第2版

新编电动机绕组布线接线彩色图集

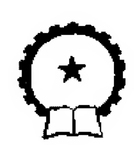
潘品英 主编



新编电动机绕组布线接线彩色图集

第2版

潘品英　主编



机 械 工 业 出 版 社

本图集是从实用出发，全面介绍各类电动机的绕组布线和接线。全书共分6章，内容包括：三相交流电动机定子各种型式绕组、交流转子波绕组、各类型式的单相电动机绕组、交直流两用串励电动机电枢绕组、单绕组变极式多速电动机绕组以及直流电动机实用的电枢绕组等。布线接线图是采用突出表现绕组布线特点和实际接线且与电动机实物相接近的新颖画法，绘制成绕组端面模拟彩色图。书中除各章节综合介绍绕组型式的结构特点、嵌线规律、接线要点外，每例还有绕组参数、嵌线顺序、布线特点及实例应用等较详细的技术数据和文字说明。

本书再版是在原书基础上做了全面调整和补充，使绕组彩色布线接线图例增加到450例，是一本以图为主、图文并茂的实用工具书。本书适用于电动机修理、制造工人和工程技术人员使用，也可供电动机运行维修人员、大中专院校、职业技校等有关专业师生作为学习或职业培训参考。

图书在版编目（CIP）数据

新编电动机绕组布线接线彩色图集/潘品英主编.
第2版.-北京：机械工业出版社，2000.2
ISBN 7-111-04174-7

Ⅰ.新… Ⅱ.潘… Ⅲ.电动机-绕组-图集
Ⅳ.TM303.1-64

中国版本图书馆CIP数据核字（1999）第56399号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）
责任编辑：李振标 版式设计：霍永明 责任校对：申春香
封面设计：姚 毅 责任印制：何全君

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2001年5月第2版·第2次印刷
787mm×1092mm 1/16· 32.75印张· 2插页· 792千字
32001—35000册
定价：84.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（010）68993821、68326677-2527

第 2 版说明

本书出版以来，深受读者欢迎而先后重印三次。为使绕组《图集》更臻完善，本次修订中对全书各例的文字重新编写，使内容更加丰满，绕组参数的排版更趋整齐、规范。第 2 版除对个别有线条错漏的例图进行修正外，仍保持原版实用性的原则，删去个别实用意义不大的图例，在原书的基础上增加了近期搜集到的、并在国产电机产品中应用的 34 个绕组例图；同时，为适应厂矿企业对现有电动机改造的需要，特将三相电动机正弦绕组的各种布线接线型式绘制成彩图 34 例，分两节编入本书，以便读者在改绕修理时参考，从而使本《图集》的绕组实用布线接线图增至 450 例。

此外，作为工具书，本《图集》以绕组型式分类编排是符合通用规范的，但对初学者则可能感到使用不便。为此，第 2 版在附录中增设索引一览表，读者可对列出的家用电器及其它特殊、专用电动机的类别、槽数、极数以及线圈节距、并联路数等，方便地查到修理所需的绕组图例。

本书修订中除原版编写参与者外，任慧贞、谭丽香、蒋晓燕等也加入了修订工作，遂使这次修订工作及早完成，对此仅致诚挚的谢意。

编　　者

第 1 版前言

电机绕组是电机的心脏，又是最脆弱的部位，电机发生故障最终将导致绕组损坏。因此，绕组修理工作是电机修理的主要任务。由于电机类别繁多，不同机型有不同类型的绕组，而且根据性能要求和工艺特点，同一类型又有多种绕组型式。所以，绕组型式的布线接线是从事电机制造、修理中最常遇到的技术问题。

电机绕组常用简化接线图或展开平面图两种画法。前者仅能表达绕组的接线而无法表示线圈的分布、节距和层次；后者虽能表达绕组的布线情况，但直观性较差，层次也不够分明，而且绘制繁难，故在现场极少使用。本书采用新颖的绕组表现形式——电机绕组端面模拟画法，使绕组布线接线图更接近于电机实物。图中充分利用色彩线条，使绕组的相别、分布层次和线圈连接的来龙去脉都显得非常清晰醒目。

本书搜集了国内外实际应用的几十种系列的电动机绕组，绘编成近 400 例的彩色图集，是一本较全面地介绍电动机绕组布线接线的实用工具书。

《图集》由潘品英主编，并由文由之、米日京、招才万、田水和、潘玉景、水竹韵等合作完成。在编撰过程中，承获朱建德同志等大力支持和鼓励，在此仅表衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中谬误在所难免，诚请读者批评指正。

潘品英

1993 年 12 月于韶关

目　　录

第1章　三相交流电动机绕组布线接线图

三相交流绕组不但应用于异步电动机和同步电动机，也用于同步发电机，是电机最常用的绕组型式。根据绕组在槽内的分布而分为单层、双层和单、双层混合绕组；根据布线和连接型式，单层绕组又可分为单叠式、单链式、同心式、交叉式、同心交叉式以及其它特殊型式。今将电机实用布、接线型式，采用端面模拟画法汇成图集，说明如下：

（1）图例编序。为便于读者应用，图例除扼要介绍绕组参数、嵌线规律外，还附有嵌线顺序表。图例编排次序以槽数、极数及节距为序，例如36槽4极，节距$Y=8$的双层叠绕组，通常用途有三种，其布线是相同的，用同一个嵌线顺序表嵌线，但为满足不同操作习惯，本书介绍多种嵌线工艺，以供参考。

（2）图例中的小圈代表线圈元件在槽中的有效边、单层绕组为一层小圈，双层绕组有两层小圈；外层小圈为下层边（对定子铁心而言），内层为上层边；两小圈的连接弧线表示线圈端部。交流绕组一般均采用连绕工艺，为简化起见，组内元件间的顺串连线一律省去不画，故每线圈组仅有两根引接线。

（3）绕组相别表示。为了清晰地同时表现三相绕组的布线和接线，图例用黄、绿、红三色线代表U、V、W三相绕组；用模拟接线端面的线圈分布形式绘制。

（4）三相异步电机双层绕组为叠式布线，图例能显示槽中上、下层次；单层绕组的布线工艺也使其端部呈交叠状，但槽中只有一线圈边而无法显示其层次，故图例将叠于上面的线圈边称为“浮边”，被叠压在下面的边称为“沉边”，并在图中用双重小圈标示；此外，还具有表明线圈同名边的功能。

（5）嵌线和接线

1）三相绕组嵌线有前进式和后退式两种工艺，应用情况依习惯而异。本图例的嵌线顺序表全部采用应用较广的后退嵌线工艺；

2）为缩短引出线，应合理选取起始槽位置，一般可先在绕组布接线图上找出两远点引出线的中线，例如图1.6.22为36槽4极双叠绕组，两远端出线槽为28槽和13槽，中点在2、3槽之间，使之与出线口中心线重合，则依图偏左1槽半的槽取定为1号起始槽；

3）本书例图采用逆时针方向编号，接线是单路串联时为顺编号走向；双路并联则采用双向走线，以缩短组间连接线。

（6）接线与转向。根据新产品电机接线盒置前的结构特点，例图均以前（轴伸）端模拟画出，当电源相序分别与电机三相引出端U、V、W对应时，电动机（对向轴伸端）为顺时针转向；任意调换两相序则电动机反转。

（7）图例绕组除庶极式作说明外，余者均为显极式。

（8）本书图例取于产品实际应用，除个别取自国外或改装电机外，其余均取自国产电机产品。每例均列举应用实例出处，但由于不同时期或厂家的产品，而可能出现同型号不同绕组型式的情况。各实例型号意义可参考附录A。

（9）例图连接线画法采用“十”交接用“·”标示，“T”形交接不标示。

1.1 三相单层叠式绕组

单层叠式绕组简称单叠绕组。它是由两个线圈以上的等距线圈组构成端部交叠的链式绕组，故又称交叠链式绕组。每组线圈数相等，当每组线圈数为 $S=q/2$ 时，构成显极式绕组；$S=q$ 时为庶极式绕组。

一、绕组参数

总线圈数 Q：电动机三相绕组线圈数总和。单层绕组每线圈占两槽，故总线圈数为

$$Q=Z/2$$

极相槽数 q：电动机每一极距内一相绕组占有的槽数

$$q=Z/2pm$$

每组圈数(即每组线圈数，全书同)S：线圈组是由一相绕组中相邻线圈同向串联而成，单叠绕组每组由多只线圈构成，且每组线圈数相等

$$S=Q/u$$

线圈组数 u：是指构成三相绕组的线圈组数，它与布线型式有关：

显极　$u=2pm$

庶极　$u=pm$

绕组极距 τ：指绕组每磁极所占槽数

$$\tau=Z/2p$$

线圈节距 Y：单叠绕组为全距绕组，但布线型式不同，则线圈采用不同节距：

庶极　$Y=\tau$

显极　$Y=\tau-s$

绕组系数 K_{dp}：单叠绕组节距系数 $K_p=1$，绕组系数等于分布系数

$$K_{dp}=K_d=\frac{0.5}{q\sin(30°/q)}$$

绕组可能的最大并联路数(并联路数即为并联支路数，全书同)a_m

当　$q=$奇数　$a_m=p$

$q=$偶数　$a_m=2p$

每槽电角 α：指定子绕组铁心每槽所占电角度

$$\alpha=180°\times 2p/Z$$

式中　Z——槽数；

$2p$——绕组极数；

m——相数；

K_d——绕组分布系数。

二、绕组特点

(1) 绕组是等距线圈，且线圈数为双层绕组的一半，故具有嵌绕方便、节省工时等优点；

(2) 槽内只有一个有效边，不需槽内层间绝缘，可获得较高的有效充填系数；但很难构成短距绕组，谐波分量较大，电机运行性能较双叠绕组差；

(3) 绕组在实用中有两种布线型式。显极布线时，每组线圈数等于 $q/2$，每相由 $2p$ 个线圈组成；庶极布线时，每组有 q 个线圈，每相有 p 个线圈组。

三、绕组嵌线

绕组有整嵌法和交叠法两种嵌线工艺，实用上常用交叠法嵌线。嵌线时先将一组中的同名边循次嵌入槽内；另一边暂时吊起待嵌(俗称"吊边")，然后退空 S 槽，再嵌入 S 槽后，再退空出 S 槽，全部沉边嵌完后，才把"吊边"嵌入相应槽内。

本书把单层绕组线圈中先嵌的边(它将被后嵌线圈端部压在下面)称为"沉边"，图中用双圆表示；后嵌于上面的边称为"浮边"，用单圆圈表示。此种嵌法端部比较规整，但为了适应工艺需要，对个别绕组也介绍采用分层整嵌的方法，具体嵌线见各例的嵌线顺序表。

四、绕组接线规律

显极绕组：同相相邻线圈组间极性相反，即"尾与尾"或"头与头"相接；

庶极绕组：同相组间极性相同，连接时"尾与头"相接。

1.1.1 12槽2极单层叠式绕组布线接线图

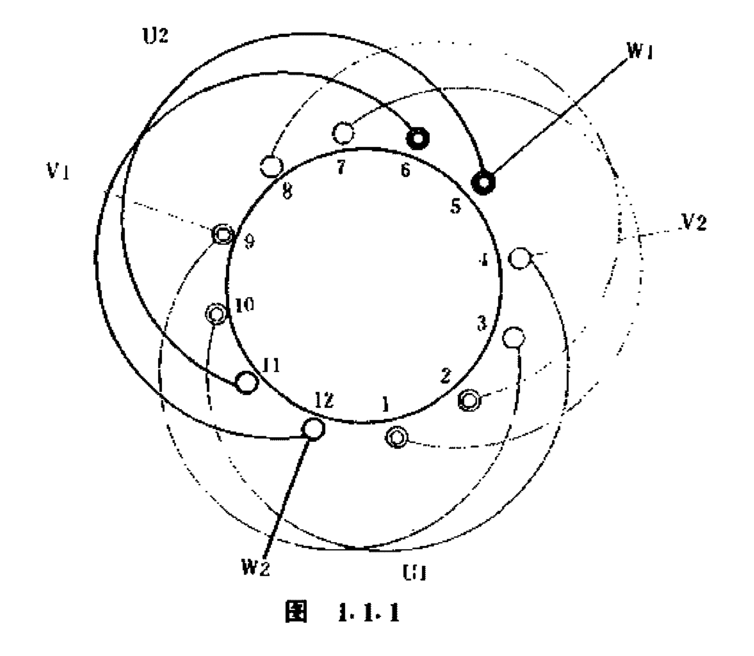


图 1.1.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=12$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $Y=1$—7、2—8

总线圈数 $Q=6$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=3$　每槽电角 $\alpha=30°$

2. 嵌线方法　绕组可采用两种嵌线方法：

(1) 交叠法　绕组端部较规整、美观、是常用的方法，嵌线顺序见下表：

表 1.1.1(a) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	沉边	2	1	10		9		6		5			
	浮边				4		3		12		11	8	7

(2) 整嵌法　嵌线时线圈两有效边相继嵌入相应槽内，无需吊边，便于内腔过窄的微电机采用。嵌线顺序见下表：

表 1.1.1(b) 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	下平面	1	7	2	8								
	中平面					9	3	10	4				
	上平面									5	11	6	12

3. 绕组特点与应用　绕组采用庶极布线，是三相电动机最简单的绕组之一，每相只有一组交叠线圈。它的最大优点是无需内部接线；采用整嵌时端部形成三平面而不够美观。此绕组仅用于小功率电机，主要应用于国外微电机，国内仅见于部分厂家生产的JW—5022产品。

1.1.2 24槽2极单层叠式绕组布线接线图

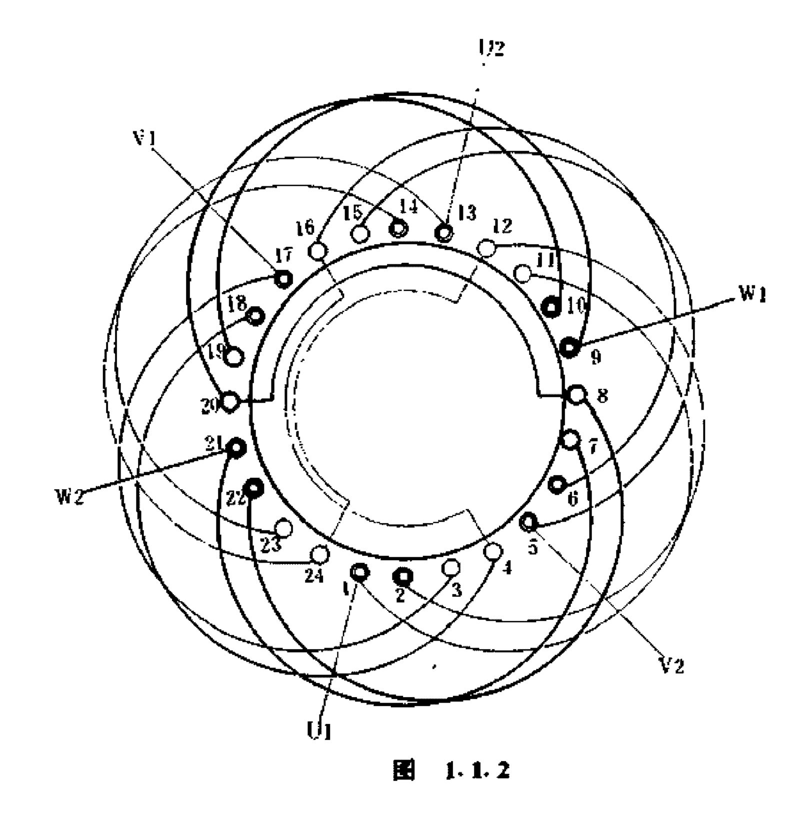


图 1.1.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=4$　线圈节距 $Y=1—11$、$2—12$

总线圈数 $Q=12$　绕组极距 $\tau=12$　绕组系数 $K_{dp}=0.958$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=15°$

2. 嵌线方法　绕组可采用两种嵌线方法，但交叠嵌线比较普遍。

(1) 交叠法　嵌线吊边数为4。嵌线顺序见表(a)

表 1.1.2(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	沉边	2	1	22	21	18		17		14		13	
	浮边						4		3		24		23
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	10		9		6		5					
	浮边		20		19		16		15	12	11	8	7

(2) 整嵌法　嵌线无需吊边，但绕组端部形成三平面重叠。嵌线顺序见表(b)

表 1.1.2(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	下平面	1	11	2	12	13	23	14	24				
	中平面									21	7	22	8
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	中平面	9	19	10	20								
	上平面					5	15	6	16	17	3	18	4

3. 绕组特点与应用　本例为显极式布线，线圈组由两只单层等距交叠线圈组成，并由两组线圈构成一相；同相两组是"尾与尾"相接，从而使两组线圈极性相反。本绕组是单叠绕组，应用于老式的小功率电机的布线型式。主要应用有J31—2、JW11—2等产品；也可将相尾U2、V2、W2接成星点，引出三根引线，应用于JCB－22三相油泵电动机。

1.1.3　36 槽 2 极单层叠式绕组布线接线图

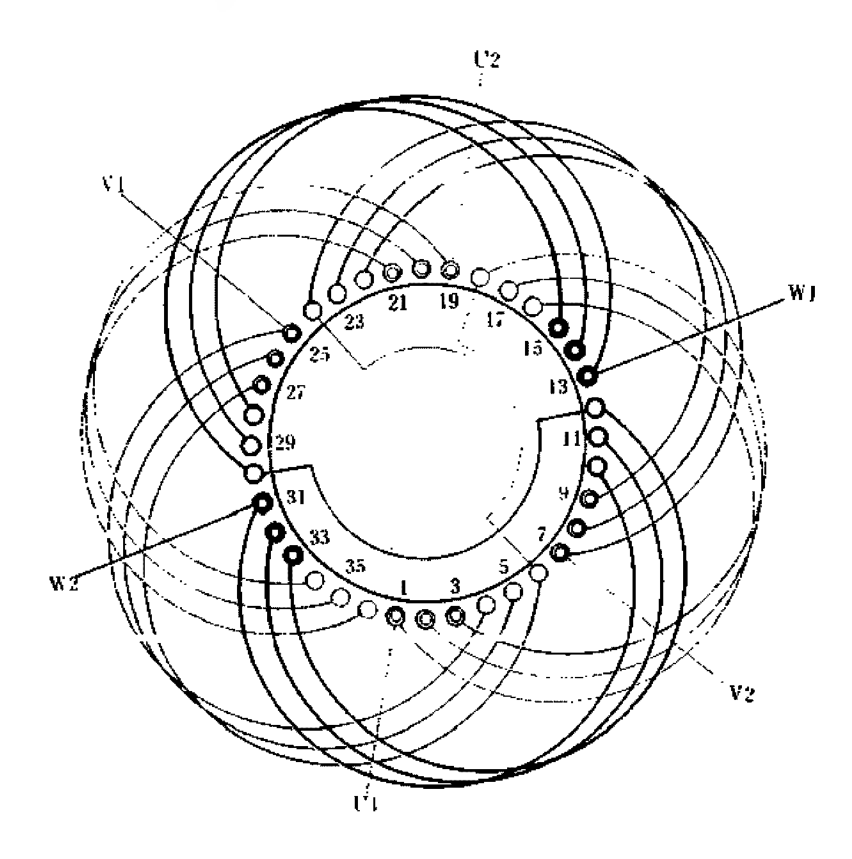


图　1.1.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=6$　线圈节距 $Y=1—16、2—17、3—18$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=18$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=10°$

2. 嵌线方法　嵌线可用两种方法，但主要采用交叠法，嵌线顺序见下表。

表 1.1.3

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	3	2	1	33	32	31	27		26		25		21		20		19	
	浮边								6		5		4		36		35		34

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边	15		14		13		9		8		7							
	浮边		30		29		28		24		23		22	18	17	16	12	11	10

3. 绕组特点与应用　本例是显极布线，每相由两组极性相反的线圈组构成，每组线圈由 3 只节距为 15 槽的交叠线圈组成，两组间接线是尾接尾；引出线 6 根。绕组总线圈数比双层少一半，但对削减五、七次谐波的功能较差，故目前应用较少，曾用于 J61　2、JO3L—180M2 等老系列产品。

1.1.4 36 槽 4 极单层叠式绕组布线接线图

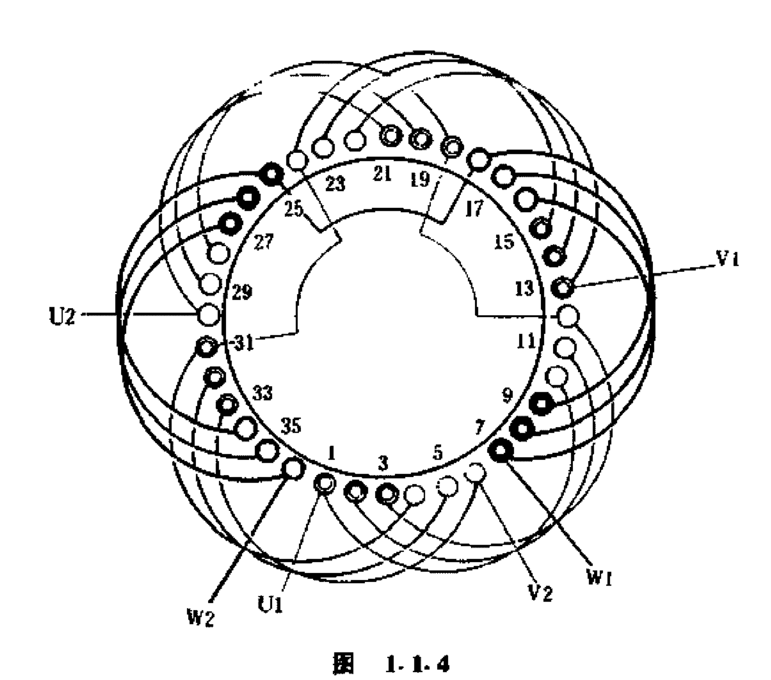


图 1.1.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1—10、2—11、3—12$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　嵌线可用两种方法：

(1) 交叠法　嵌线时将沉边逐槽嵌入，吊边数 3，从第 4 只线圈起整嵌。嵌线顺序见表(a)。

表 1.1.4(a) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入	沉边	3	2	1	33		32		31		27		26		25		21		20
槽号	浮边					6		5		4		36		35		34		30	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入	沉边		19		15		14		13		9		8		7				
槽号	浮边	29		28		24		23		22		18		17		16	12	11	10

(2) 整嵌法　嵌线时将 1 组线圈逐个嵌入相应的槽，嵌完第 1 组后，隔开相邻组再嵌第 3 组；完成后构成双平面绕组。嵌线顺序见表(b)。

表 1.1.4(b) 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽　号	下平面	3	12	2	11	1	10	27	36	26	35	25	34
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽　号	下平面	15	24	14	23	13	22						
	上平面							9	18	8	17	7	16
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽　号	上平面	33	6	32	5	31	4	21	30	20	29	19	28

3. 绕组特点与应用　本例采用庶极布线，每相由两组线圈顺串成 4 极；线圈组数较少，嵌绕工艺较简单。国外应用于微电机，国内应用较少，仅见于部分厂家生产的 JO2L—32 老系列产品。

1.1.5　36槽6极单层叠式绕组布线接线图

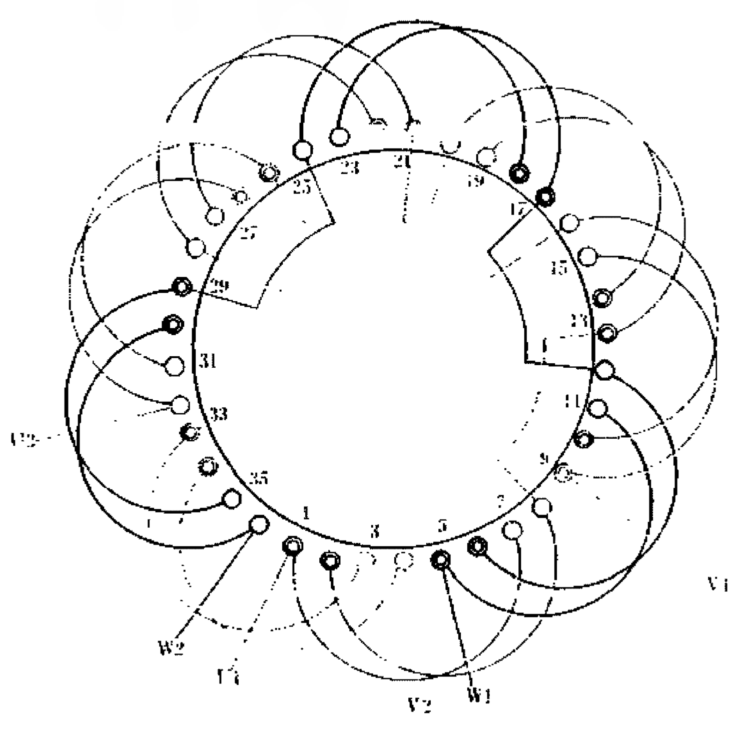


图　1.1.5

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$Y=1—7、2—8$

总线圈数　$Q=18$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=9$　每槽电角　$\alpha=30°$

2. 嵌线方法　　嵌线可用交叠法或整嵌法，但后者因 q= 奇数，只能构成三平面绕组，使绕组端部形成三重叠，故极少选用。交叠嵌线时，将一组中两沉边顺次嵌入2槽，空出2槽再嵌2槽，吊边数为2。嵌线顺序见下表

表 1.1.5　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	34		33		30		29		26		25		22		21	
	浮边				4		3		36		35		32		31		28		27
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边	18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边		24		23		20		19		16		15		12		11	8	7

3. 绕组特点与应用　　本例绕组是庶极布线，每相由三组线圈组顺向串联而成，每组有两只 $y=6$ 的交叠线圈组成，相距120°电角度，分布在定子铁心；同相组间是"尾接头"，即所有线圈组电流方向一致。此绕组实际应用不多，目前使用在JZR2—11型三相绕线转子电动机的转子绕组。

1.1.6 48槽4极单层叠式绕组布线接线图之一

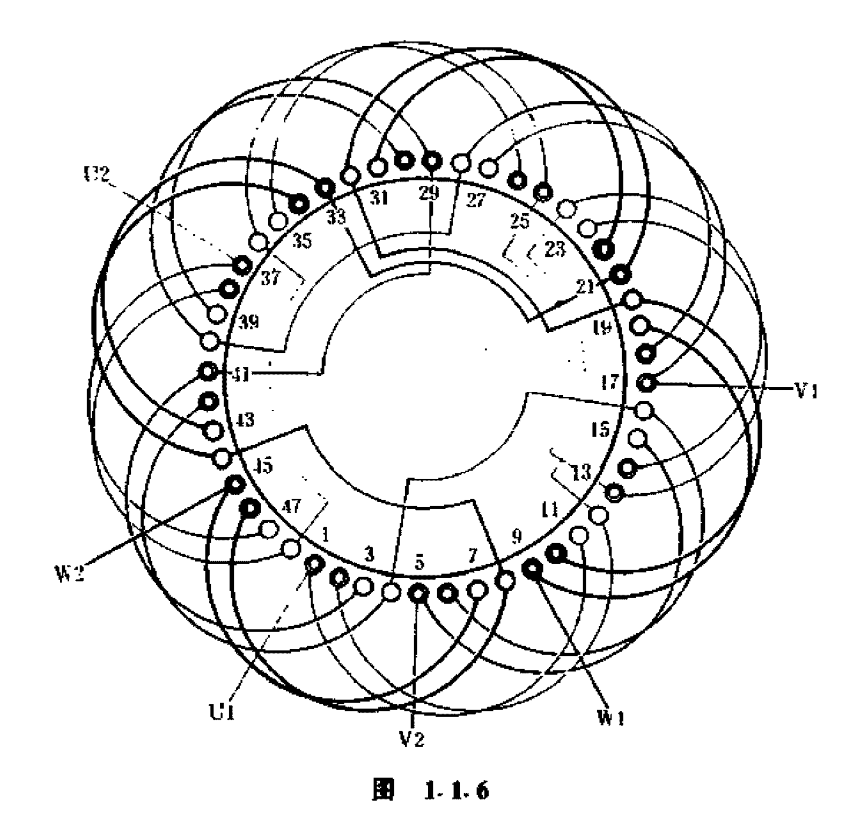


图 1.1.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=4$ 线圈节距 $Y=1—11、2—12$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=12$ 绕组系数 $K_{dp}=0.958$

线圈组数 $u=12$ 每槽电角 $\alpha=15°$

2. 嵌线方法 嵌线可采用两种方法，整嵌法嵌线形成三平面端部，通常极少采用；常用交叠嵌线，即嵌2槽沉边，空2槽再嵌2槽，吊边数为4。嵌线顺序见下表。

表 1.1.6 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	2	1	46	45	42		41		38		37		34		33		30		29		26		25	
	浮边						4		3		48		47		44		43		40		39		36		35

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边	22		21		18		17		14		13		10		9		6		5					
	浮边		32		31		28		27		24		23		20		19		16		15	12	11	8	7

3. 绕组特点与应用 本例采用显极布线，每相有4个线圈组，每组由2只等节距线圈交叠而成；同相两组线圈极性必须相反，即组间连接是“尾接尾”或“头接头”的反向串联。本例虽是48槽4极的基本接线型式，但实际应用不多，国内目前主要应用在绕线式转子绕组。

1.1.7 48 槽 4 极单层叠式绕组布线接线图之二

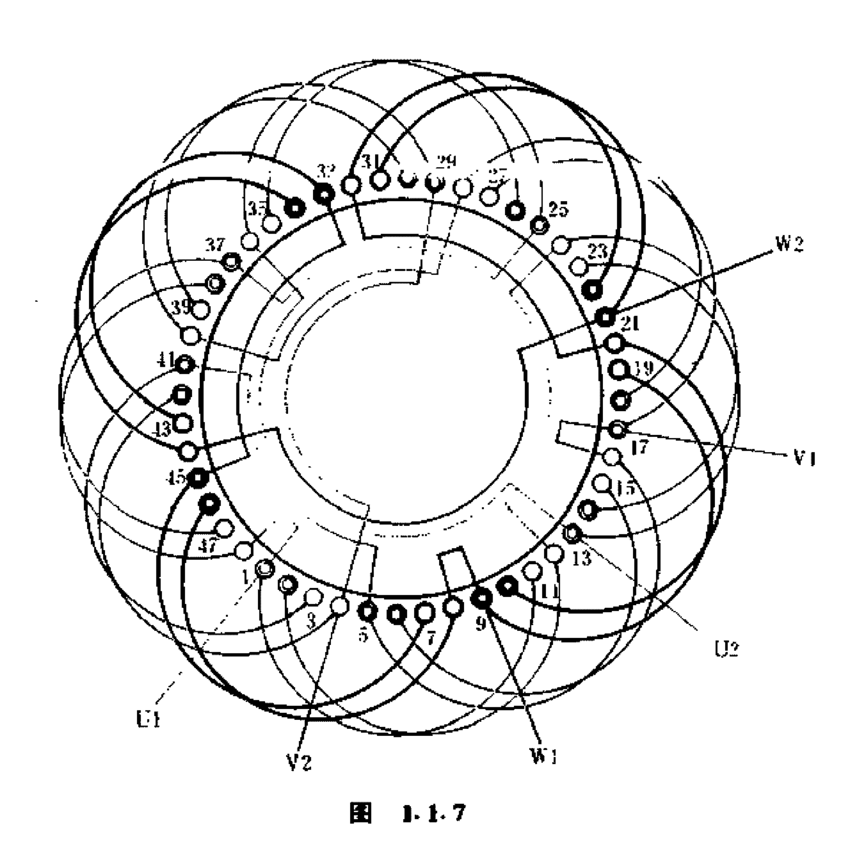


图 1.1.7

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=4$ 线圈节距 $Y=1—11$、$2—12$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=12$ 绕组系数 $K_{dp}=0.958$

线圈组数 $u=12$ 每槽电角 $\alpha=15°$

2. 嵌线方法 嵌线一般都采用交叠法后退式嵌线，嵌线顺序可参考上例。为适应某些修理嵌线习惯，本例特介绍前进式嵌线，以供参考。嵌线顺序见下表。

表 1.1.7 交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	沉边	11	12	15	16	19		20		23		24		27		28	
	浮边						9		10		13		14		17		18
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	沉边	31		32		35		36		39		40		43		44	
	浮边		21		22		25		26		29		30		33		34
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边	47		48		3		4		7		8					
	浮边		37		38		41		42		45		46	1	2	5	6

注：采用前进式嵌线时，图中单圆圈代表沉边；双圆圈代表浮边。

3. 绕组特点与应用 本例布线与上例相同，由两只等节距交叠线圈组成线圈组，并由 4 组线圈构成一相绕组，但采用二路并联接线，接线是采用短跳接线，逆向分路走线。例如，U1 进线则分两路，一路进 U 相第 1 组线圈，逆时向走线，再与第 2 组反串连接；另一路从第 4 组进入，顺时向走线与第 3 组反串连接后，将两组尾端并联出线 U2。这种接线具有连接线短、接线方便等优点，本书二路并联均采用这种接线型式。此绕组用于 JO2L—71 电动机和绕线转子电动机的转子绕组。

1.1.8 48槽8极单层叠式绕组布线接线图之一

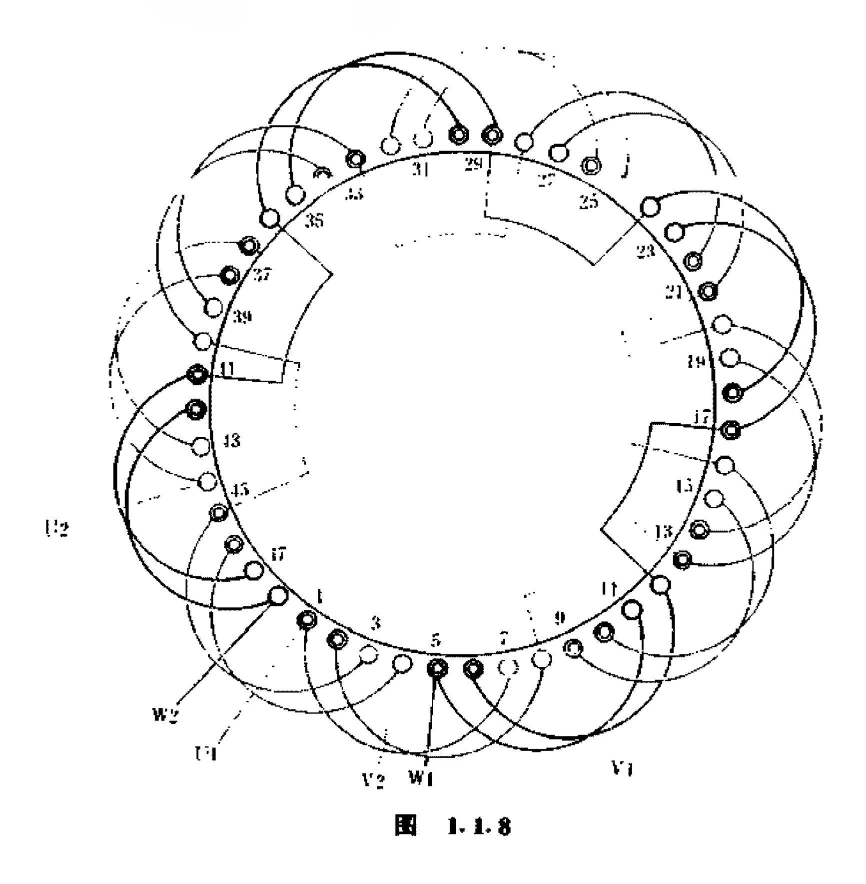


图 1.1.8

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $Y=1—7、2—8$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=30°$

2. 嵌线方法　实用中常采用两种嵌线法：

(1) 交叠法　是较多采用的嵌线法，嵌线时先嵌2槽、空2槽再嵌2槽。嵌线顺序见下表：

表 1.1.8(a) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	2	1	46		45		42		41		38		37		34		33		30		29		26	
	浮边				4		3		48		47		44		43		40		39		36		35		32

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边	25		22		21		18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边		31		28		27		24		23		20		19		16		15		12		11	8	7

(2) 整嵌法　隔组整嵌，无需吊边，最后形成端部双平面绕组。嵌线顺序见下表：

表 1.1.8(b) 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下平面	2	8	1	7	42	48	41	47	34	40	33	39	26	32	25	31	18	24	17	23	10	16	9	15

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上平面	6	12	5	11	46	4	45	3	38	44	37	43	30	36	29	35	22	28	21	27	14	20	13	19

3. 绕组特点与应用　本例采用庶极布线，线圈组间顺接串联成8极；线圈数较双层少一半，嵌线接线工艺方便。常用于绕线转子电动机的转子绕组，如JZR31—8等。

1.1.9 48槽8极单层叠式绕组布线接线图之二

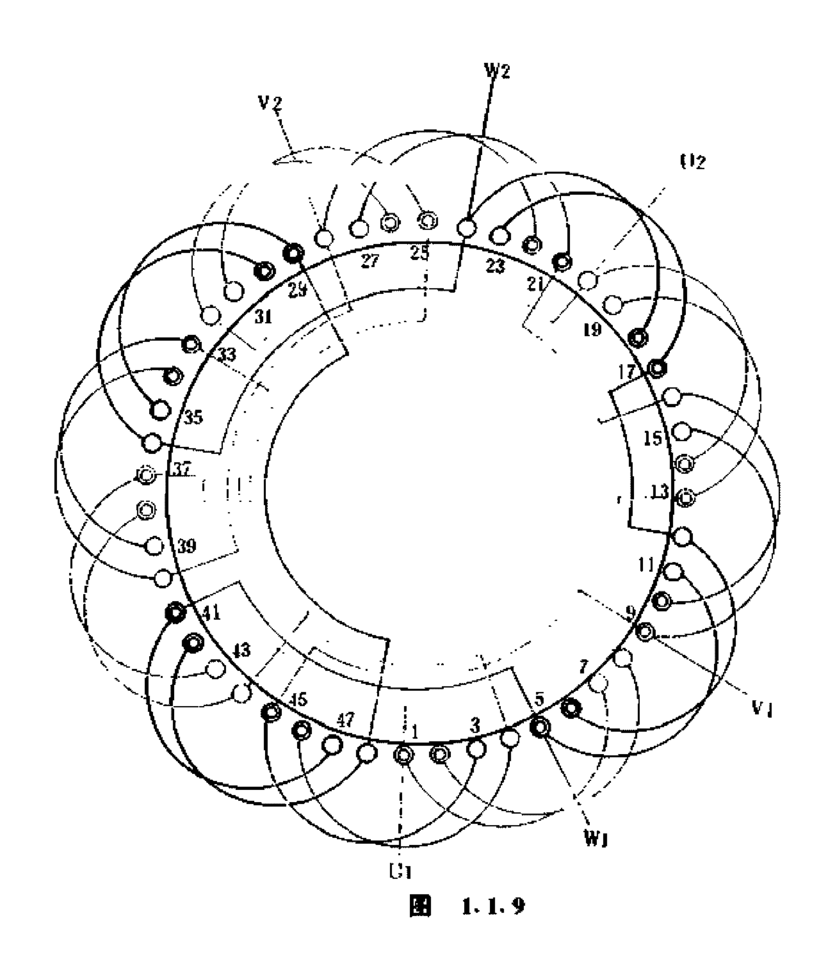


图 1.1.9

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $Y=1—7、2—8$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=30°$

2. 嵌线方法　本例嵌线方法如上例，采用后退式交叠法或整嵌法嵌线；也可采用前进式交叠嵌线，嵌线吊边数为2，与后退式相同，但嵌线方向相反，嵌线顺序见下表。

表 1.1.9　交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	沉边	7	8	11		12		15		16		19		20		23	
	浮边				5		6		9		10		13		14		17
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	沉边	24		27		28		31		32		35		36		39	
	浮边		18		21		22		25		26		29		30		33
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边	40		43		44		47		48		3		4			
	浮边		34		37		38		41		42		45		46	1	2

注：采用此表嵌线时沉边为图中单圆圈；浮边为图中双圆圈。

3. 绕组特点与应用　绕组采用庶极布线，使每相4个线圈组形成8极，故二路并联的接线采用反向走线短跳连接，每支路两组线圈，逆时针走线时顺向串联；顺时针走线时则逆走向串联，使每相4组线圈端部电流方向一致。常应用于JZR41　8绕线转子电动机的转子绕组。

1.1.10 90槽10极单层叠式绕组布线接线图

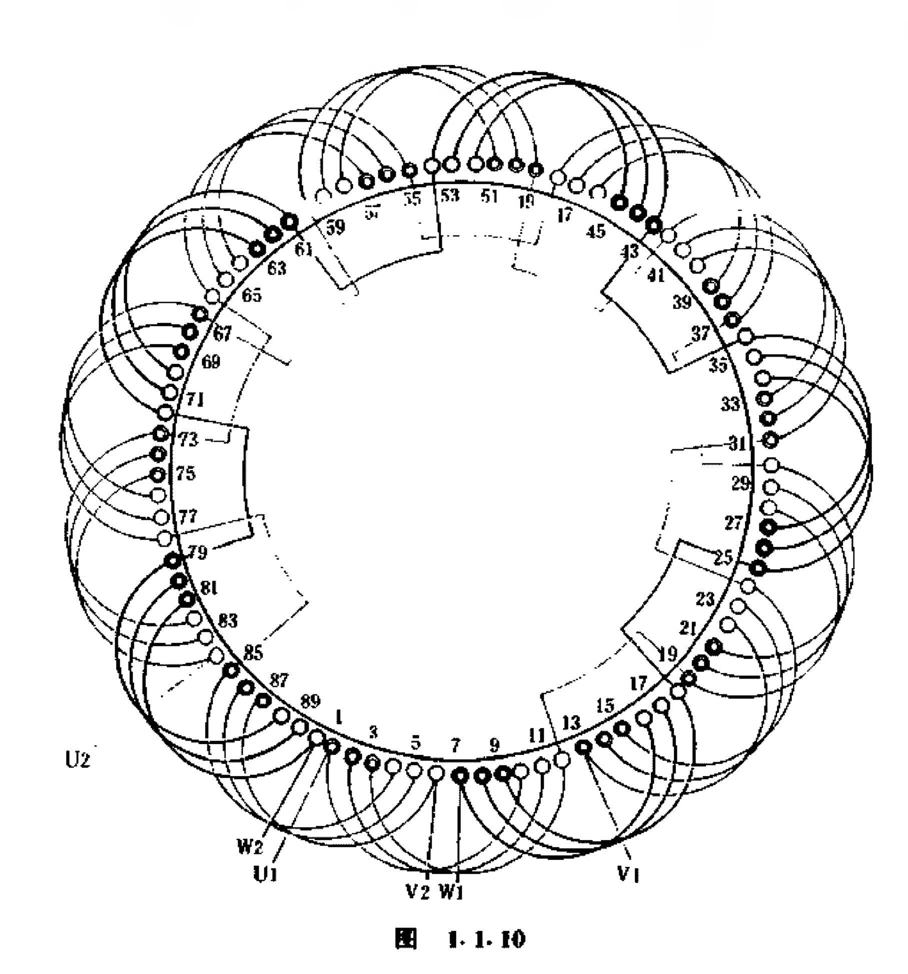


图 1.1.10

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=90$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=10$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1—10、2—11、3—12$

总线圈数 $Q=45$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=15$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　嵌线虽可用交叠法和整嵌法，但由于线圈节距短，不能突出整嵌法的优点，故通常采用交叠法嵌线，见下表：

表 1.1.10

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
嵌入	沉边	3	2	1	87		86		85		81		80		79		75		74		73		69	
槽号	浮边					6		5		4		90		89		88		84		83		82		78
嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
嵌入	沉边	68		67		63		62		61		57		56		55		51		50		49		45
槽号	浮边		77		76		72		71		70		66		65		64		60		59		58	
嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
嵌入	沉边		44		43		39		38		37		33		32		31		27		26		25	
槽号	浮边	54		53		52		48		47		46		42		41		40		36		35		34
嵌绕次序		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90		
嵌入	沉边	21		20		19		15		14		13		9		8		7						
槽号	浮边		30		29		28		24		23		22		18		17		16	12	11	10		

3. 绕组特点与应用　90槽定子一般为较大容量的电机，若定子采用单层绕组则因谐波分量较大而影响运行性能，故通常都不予采用；但由于采用庶极布线，线圈少，旋转时还能起到扇风散热的效果；而且接线较少，容易调整转子动平衡，嵌线和绕线工艺都较方便，故一般用作绕线式转子绕组，主要应用实例有 JZR2—61—8 转子。

1.2 三相单层链式绕组

三相单层链式绕组每极相槽数 $q=2$，每组线圈数 $S=1$，相邻两槽线圈端部分别反折，展开后的三相绕组如链相扣而得名，简称"单链绕组"；一般属显极布线，但在特殊条件下也可构成庶极绕组。

一、绕组参数

总线圈数 Q：是指三相绕组总线圈数，因系单层绕组，总线圈数为槽数的一半，即

$$Q=Z/2$$

极相槽数 q：每极距内电动机一相绕组所占槽数，单链绕组每极相槽数为 2，即

$$q=Z/2pm=2$$

每组圈数 S：单链绕组每组只有一只线圈，即

$$S=Q/u=1$$

线圈组数 u：是构成三相绕组的线圈组数，但因单链绕组每组圈数为 1，故实质上线圈组数与总线圈数相等；但由于庶极布线线圈组数是显极的一半，因此：

显极　$u=2pm$

庶极　$u=pm$

绕组极距 τ：是用槽数表示的绕组磁极所占宽度，即

$$\tau=Z/2p$$

线圈节距 Y：单链绕组是全距绕组，但线圈节距可以小于极距，如

显极　$Y=\tau-1$

庶极　$Y=\tau$

绕组系数 K_{dp}：单链绕组节距系数 $K_p=1$，因显极布线时 $q=2$，绕组分布系数 $K_d=0.966$，而庶极布线 $q=1$，绕组分布系数 $K_d=1$，所以单链绕组的绕组系数为

显极　$K_{dp}=K_d=0.966$

庶极　$K_{dp}=K_d=1$

绕组可能的最大并联支路数 a：

当　$q=$奇数　$a_m=p$

$q=$偶数　$a_m=2p$

每槽电角 α：电机绕组铁心每槽所占的电角度

$$\alpha=180°\times 2p/Z$$

式中各参数符号意义同 1.1 节。

二、绕组特点

1）单链绕组每组只有一只线圈，而且线圈节距必须是奇数；

2）绕组中所有线圈的节距、形状和尺寸均相同；

3）显极式布线的单链绕组属于具有短节距线圈的全距绕组，在相对应的三相绕组中，它的线圈平均节距最短，故能节省线材；

4）采用单层布线，槽的有效充填系数较高；

5）电气性能略逊于双层绕组，但在单层绕组中则是性能较好的绕组型式，故在小电机中广泛应用。

三、绕组嵌线

绕组有两种嵌线工艺，一般以吊边交叠法嵌线为正规工艺；但每相组数为偶数，或定子内腔十分窄小时也有采用整圈嵌线。

1. 交叠法　嵌线规律为：嵌 1 槽、退空 1 槽；再嵌 1 槽、再空 1 槽；依此嵌线，直至完成。

2. 整嵌法　线圈两有效边先后嵌入规定槽内，无需吊边；完成后绕组端部将形成两种型式：

（1）总线圈数 Q 为偶数时，庶极绕组采用隔组嵌线，即将奇数编号线圈和偶数编号线圈分别构成绕组端部为上下层次的双平面绕组。

（2）显极式及总线圈数 Q 为奇数的庶极绕组，采用分相嵌线，其端部将形成三平面绕组，但一般应用较少。

采用交叠嵌线时，图中双圆表示"沉边"（参看 1.1 节）；单圆表示浮边。

四、绕组接线规律

显极绕组：相邻线圈间极性相反，而同相线圈连接是"尾接尾"或"头接头"。

庶极绕组：线圈间极性相同，即"尾与头"相连接，使三相绕组线圈端部电流方向一致。

1.2.1　12槽2极单层链式绕组布线接线图

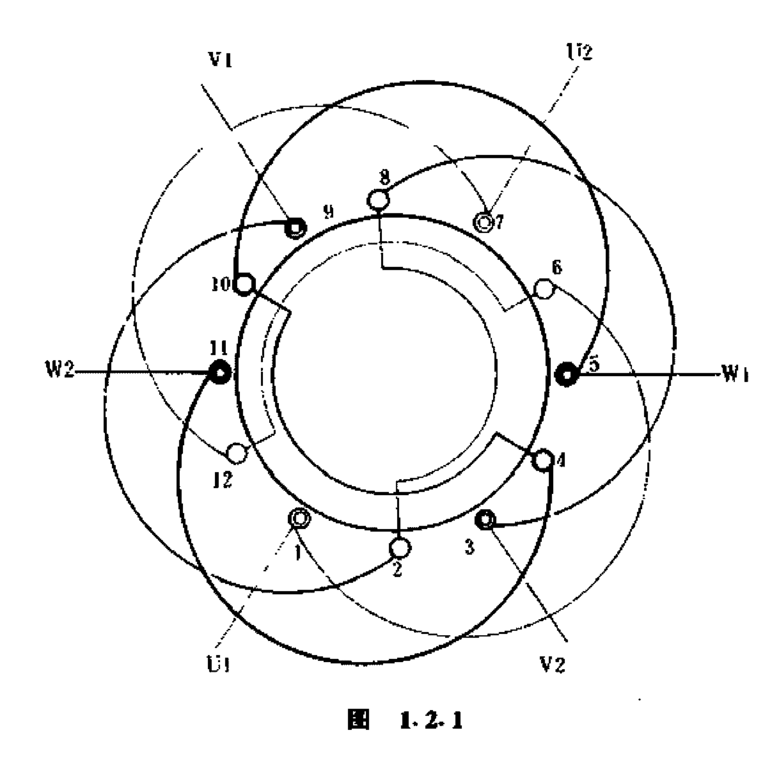


图　1.2.1

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=12$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$
电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$Y=1—6$
总线圈数　$Q=6$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$
线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=30°$

2. 嵌线方法　　可采用两种方法嵌线：

(1) 交叠法　　此法嵌线的绕组端部比较规整，但需吊边2个。嵌线顺序见下表：

表 1.2.1(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	沉边	1	11	9		7		5		3			
	浮边				2		12		10		8	6	4

(2) 整嵌法　　因12槽定子均为微型电机，由于内腔窄小，用交叠法嵌线较困难时，常改用整圈嵌线而形成端部三平面绕组。嵌线顺序见下表：

表 1.2.1(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	下平面	1	6	7	12								
	中平面					9	2	3	8				
	上平面									5	10	11	4

3. 绕组特点与应用　　绕组采用显极布线，每组只有一只线圈，每相由两只线圈反接串联而成。此绕组应用于微电机，主要应用实例有AO2—4522型小功率三相异步电动机、DBC—25型电泵用三相小功率电动机等。

1.2.2　12槽4极单层链式绕组布线接线图

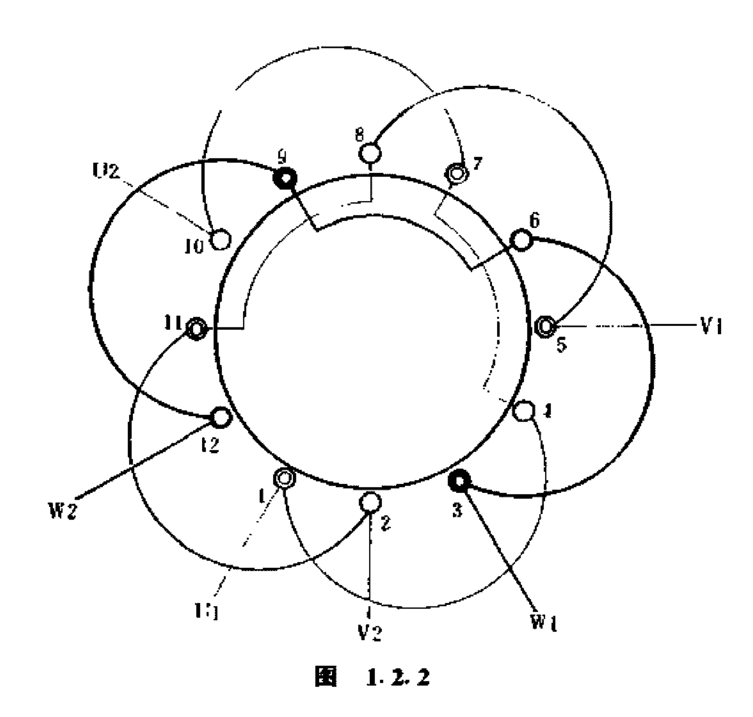


图　1.2.2

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=12$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=1$　线圈节距　$Y=1—4$

总线圈数　$Q=6$　绕组极距　$\tau=3$　绕组系数　$K_{dp}=1$

线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=60°$

2. 嵌线方法　　由于线圈特少，两种嵌线工艺均可采用。

(1) 交叠法　　嵌线时，嵌1槽隔空1槽，再嵌1槽，吊边数1，嵌线顺序见下表(a)：

表 1.2.2(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	沉边	1	11		9		7		5		3		
	浮边			2		12		10		8		6	4

(2) 整嵌法　　嵌线时，整嵌1线圈，隔开一线圈再嵌1线圈，无需吊边，嵌线顺序见表(b)

表 1.2.2(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	下平面	1	4	9	12	5	8						
	上平面							3	6	11	2	7	10

3. 绕组特点与应用　　本例为庶极布线，每相由2只线圈(组)构成，同相两线圈(组)间接线为顺向串联，即"尾与头"相接，使所有线圈端部的电流方向相同。由于线圈数少，嵌绕方便，但仅应用于功率很小的电机，主要应用实例有400FA3—6型、400FTA8—6型等400mm排风扇电动机。

1.2.3　18 槽 6 极单层链式绕组布线接线图

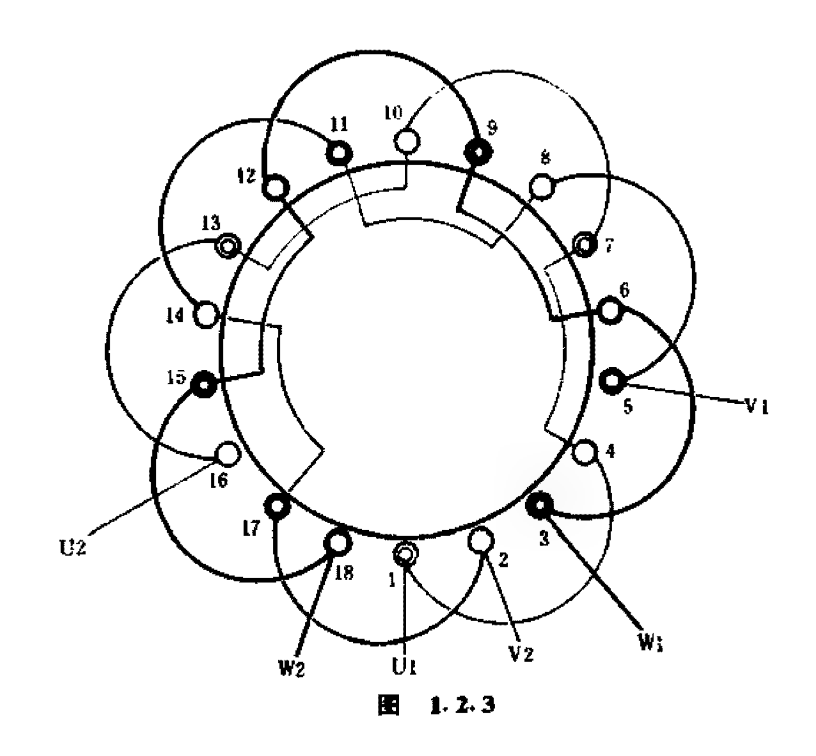


图　1.2.3

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=18$	每组圈数	$S=1$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=1$	线圈节距	$Y=1-4$
总线圈数	$Q=9$	绕组极距	$\tau=3$	绕组系数	$K_{dp}=1$
线圈组数	$u=9$	每槽电角	$\alpha=60°$		

2. 嵌线方法　　嵌线本可采用两种方法，但由于$q=$奇数，采用整嵌法构成双平面绕组则有一线圈跨于两平面上，造成绕组端部变形，不甚美观；也给绝缘带来困难，故一般不予采用。若分相整嵌构成三平面绕组，较之交叠嵌线，并无明显优点，也极少采用，故嵌线时多用交叠法。这时吊边数仅为 1，从第 2 个线圈开始整嵌，嵌线顺序见下表：

表 1.2.3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	1	17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边			2		18		16		14		12		10		8		6	4

3. 绕组特点与应用　　本例采用庶极布线，每组仅有 1 只线圈，每相由 3 只分布互距 120°几何角度的线圈构成，线圈间的连接是顺向串联，即“尾与头”相接，使全部线圈端部电流方向(极性)一致。此绕组具有线圈数少、嵌绕方便等优点，主要用于厂房通风的小型电动机，如 500FTA4—7 型、500FTA3—7 型等 500mm 排风扇电动机。

1.2.4　24 槽 4 极单层链式绕组布线接线图

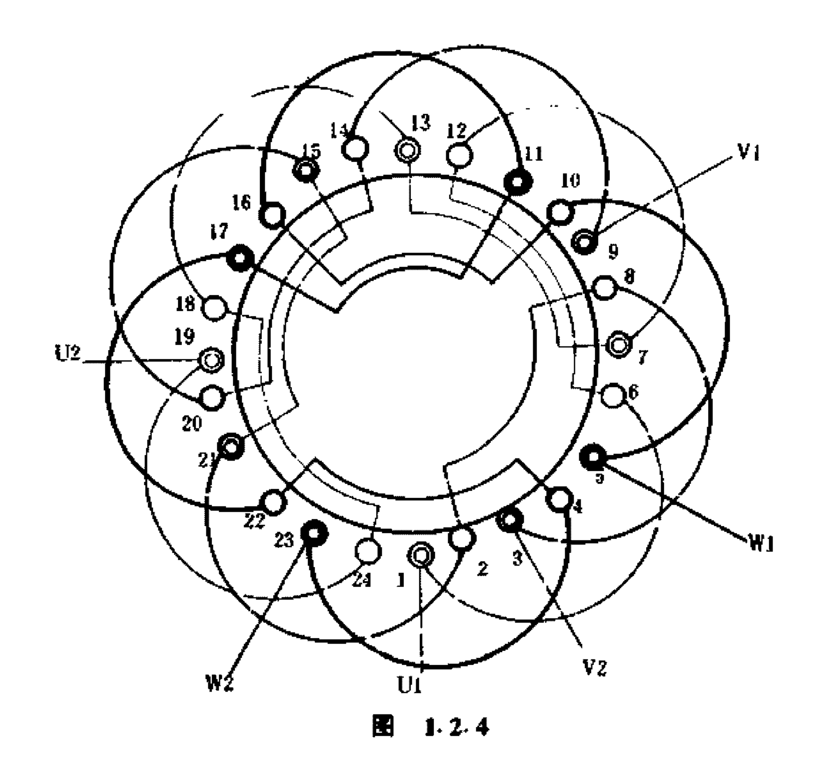


图 1.2.4

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$Y=1—6$

总线圈数　$Q=12$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=12$　每槽电角　$\alpha=30°$

2. 嵌线方法　嵌线可用交叠法或整嵌法。

（1）交叠法　交叠法嵌线吊 2 边，嵌入 1 槽空出 1 槽，再嵌 1 槽，再空出 1 槽，按此规律将全部线圈嵌完。嵌线顺序见下表：

表 1.2.4(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	1	23	21		19		17		15		13		11		9		7		5		3			
	浮边				2		24		22		20		18		16		14		12		10		8	6	4

（2）整嵌法　因系显极绕组，采用整嵌将构成三平面绕组，操作时采用分相整嵌，将一相线圈嵌入相应槽内，垫好绝缘再嵌第 2 相、第 3 相。嵌线顺序见下表：

表 1.2.4(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下平面	19	24	13	18	7	12	1	6								
	中平面									23	4	17	22	11	16	5	10

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	上平面	3	8	21	2	15	20	9	14

3. 绕组特点与应用　本例是 4 极电机常用的布线型式之一，无论是一般用途电动机或专用电动机都较多地采用。例如老型号的 JO2—21—4 及新系列的 Y801—4、Y90S—4 等小功率一般用途电动机；G3C—2、FAL—8600、OJF4—400、600JA12—4、JF—400 等排风扇电动机以及 JOF31—4600 轴流通风机等专用电机都有应用。

1.2.5　24槽8极单层链式绕组布线接线图

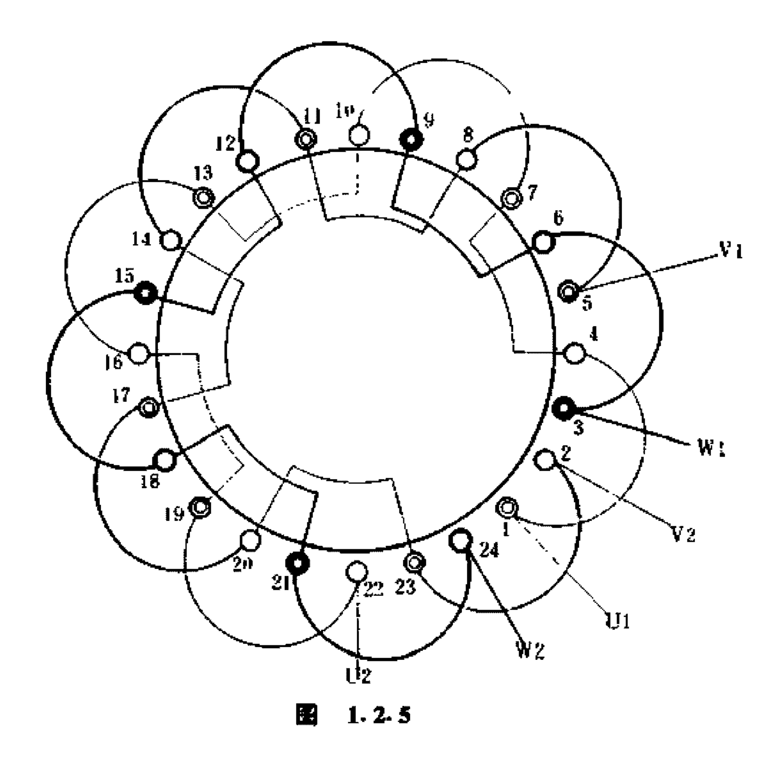


图　1.2.5

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=1$　线圈节距　$Y=1—4$

总线圈数　$Q=12$　绕组极距　$\tau=3$　绕组系数　$K_{dp}=1$

线圈组数　$u=12$　每槽电角　$\alpha=60°$

2. 嵌线方法　　嵌线可采用两种方法：

（1）交叠法　　嵌线时嵌1槽、空1槽后再嵌1槽、再空1槽，吊边数为1。嵌线顺序见下表：

表 1.2.5(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	1	23		21		19		17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边			2		24		22		20		18		16		14		12		10		8		6	4

（2）整嵌法　　采用整嵌1圈、空1圈，再嵌1圈再空1圈的分层嵌线，构成双平面绕组。嵌线顺序见下表。

表 1.2.5(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下平面	1	4	21	24	17	20	13	16	9	12	5	8												
	上平面													3	6	23	2	19	22	15	18	11	14	7	10

3. 绕组特点与应用　　本例系庶极布线，每相8极绕组仅用4只线圈，接线采用顺向串联，即全部线圈极性相同。绕组具有线圈数少，无需槽内层间绝缘，槽面积利用率较高，而且嵌线方便、省工；但国内的一般用途电动机极少采用，而应用仅见于专用电机，如JF01型内燃机整流用低压发电机。

1.2.6 30槽10极单层链式绕组布线接线图

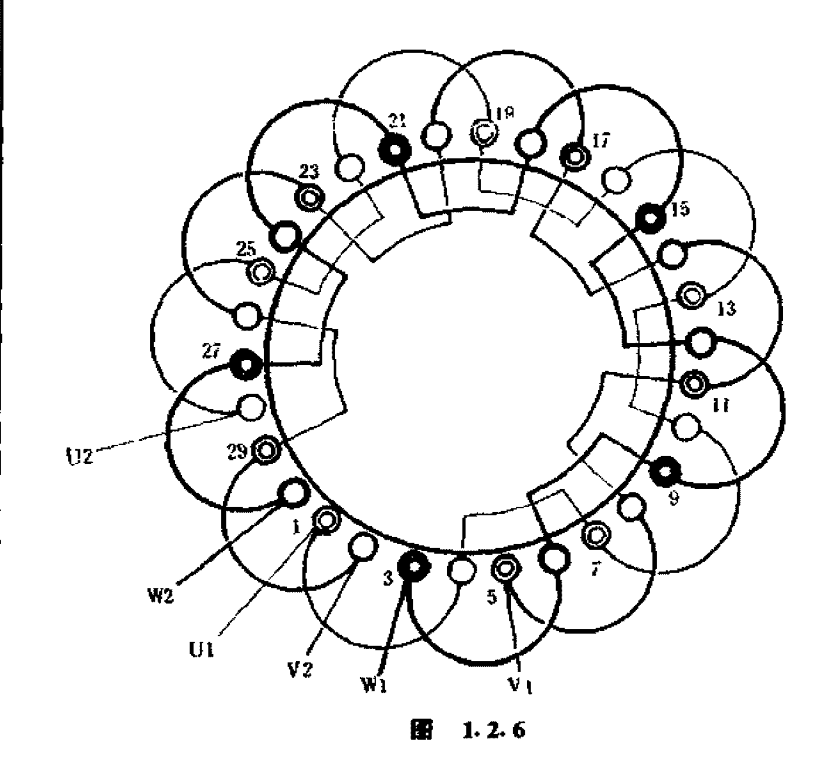


图 1.2.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=30$ 每组圈数 $S=1$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=10$ 极相槽数 $q=1$ 线圈节距 $Y=1-4$

总线圈数 $Q=15$ 绕组极距 $\tau=3$ 绕组系数 $K_{dp}=1$

线圈组数 $u=15$ 每槽电角 $\alpha=60°$

2. 嵌线方法　嵌线有两种方法，但因 q=奇数，整圈嵌线时只能采用分相整嵌使端部形成三平面，一般极少应用。常用交叠法嵌线，即嵌1槽，空出1槽，再嵌1槽…；吊边数仅为1。嵌线顺序见下表：

表 1.2.6 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
嵌入槽号	沉边	1	29		27		25		23		21		19		17	
	浮边			2		30		28		26		24		22		20

嵌绕次序		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
嵌入槽号	沉边	15		13		11		9		7		5		3		
	浮边		18		16		14		12		10		8		6	4

3. 绕组特点与应用　绕组采用庶极布线，每相绕组由5只等距线圈顺接串联构成10极，即同相相邻线圈接线为"尾与头"相接。此绕组通常应用于低转速专用发电机，并将三相尾端U2、V2、W2接成星点，仅引出三根出线U1、V1、W1。实际应用有汽车及内燃机的JF—1114型永磁交流发电机。

1.2.7　36槽6极单层链式绕组布线接线图之一

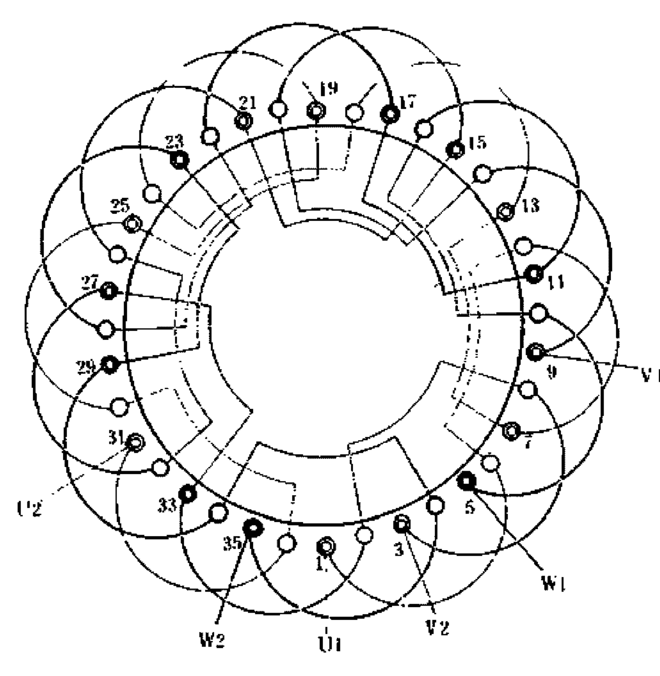


图　1.2.7

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$Y=1—6$

总线圈数　$Q=18$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=18$　每槽电角　$\alpha=30°$

2. 嵌线方法　　嵌线可用交叠法或整嵌法，但整圈嵌线虽不用吊边，但只能分相整嵌而构成三平面绕组，故较少采用。交叠法嵌线吊边数为2，第3线圈始可整嵌，嵌线并不会感到困难，嵌线顺序见下表：

表 1.2.7　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌人槽号	沉边	1	35	33		31		29		27		25		23		21		19	
	浮边				2		36		34		32		30		28		26		24

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌人槽号	沉边	17		15		13		11		9		7		5		3			
	浮边		22		20		18		16		14		12		10		8	6	4

3. 绕组特点与应用　　本例为显极式布线，每相线圈数等于极数，每极相两槽有效边电流方向相同，故线圈端部反折，并使同相相邻线圈极性相反，即接线为反接串联。此绕组系小型6极电机中应用较多的基本布线型式之一。在一般用途新系列的小型电动机中，应用实例有Y160L—6型；此外，将星点内接，引出三根出线可应用于JG2—41—6型辊道专用电动机和BJO2—52—6型等隔爆型三相异步电动机。

1.2.8　36槽6极单层链式绕组布线接线图之二

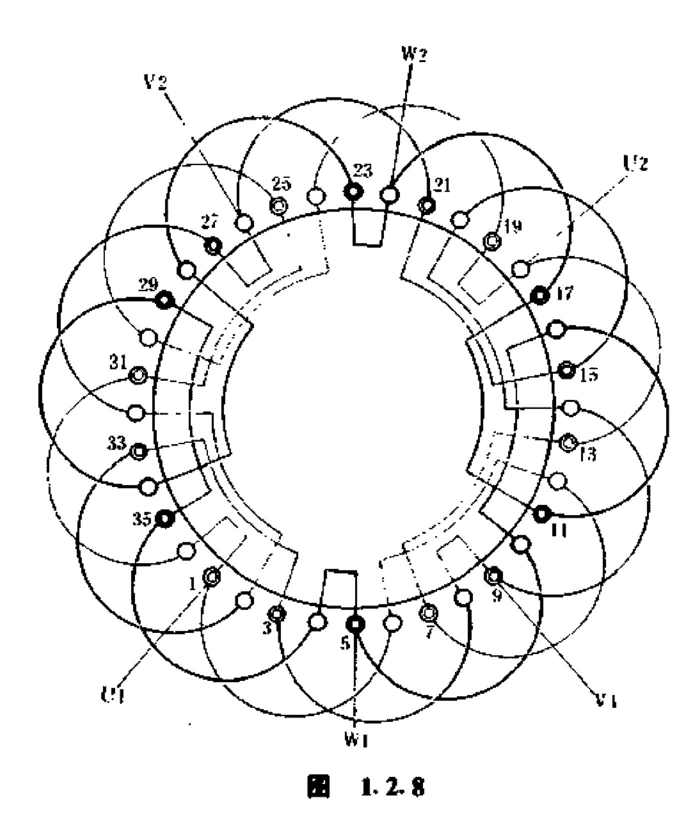


图　1.2.8

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$Y=1-6$

总线圈数　$Q=18$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=18$　每槽电角　$\alpha=30°$

2. 嵌线方法　嵌线一般采用交叠法，如图1.2.7，也可用整嵌法嵌线、形成三平面绕组，但较少应用，下表是整嵌法嵌线顺序，仅供参考。

表 1.2.8　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	1	6	31	36	25	30	19	24	13	18	7	12
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	中平面	5	10	35	4	29	34	23	28	17	22	11	16
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	上平面	9	14	3	8	33	2	27	32	21	26	15	20

3. 绕组特点与应用　本例也是应用较多的绕组之一，采用二路并联接线。每相由6只线圈分两路反向走线，每一支路3只线圈，同相线圈间是反极性连接。应用实例有Y90L—6、Y112M—6等新系列异步电动机；也有JO2L—52—6、JO3L—140S—6铝绕组电动机，JO3—T160—6TH、JO4—21—6等老系列电动机；还用于YZR160L型绕线转子异步电动机的转子绕组。

1.2.9　36 槽 6 极单层链式绕组布线接线图之三

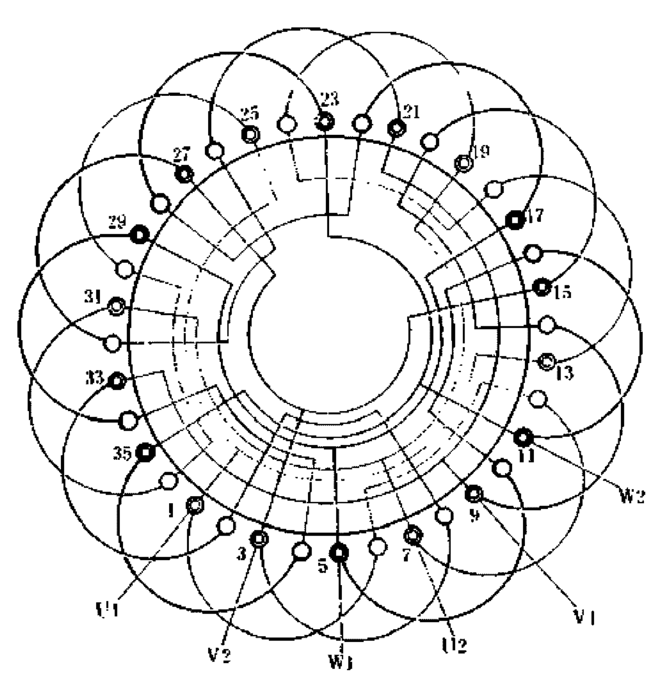


图　1.2.9

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=3$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$Y=1—6$

总线圈数　$Q=18$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=18$　每槽电角　$\alpha=30°$

2. 嵌线方法　　绕组嵌线可采用表 1.2.7 后退式交叠嵌法，为适应采用前进式嵌线习惯的操作者、下面介绍前进式嵌线顺序：

表 1.2.9　交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	6	8	10		12		14		16		18		20		22		24	
	浮边				5		7		9		11		13		15		17		19
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边	26		28		30		32		34		36		2		4			
	浮边		21		23		25		27		29		31		33		35	1	3

注：本例图中单圆表示沉边，双圆表示浮边。

3. 绕组特点与应用　　本例为显极式布线，每相 6 只线圈，采用三路并联，每支路由 2 只线圈短跳串联，并使支路中两线圈极性相反。由于 36 槽 6 极电动机属容量不大的电动机，定子绕组极少采用三路并联，故通常用于绕线式转子，应用实例有国产 YZR225M—6 型及原(苏) MTM411—6 型绕线转子三相异步电动机转子绕组。

1.2.10 36槽12极单层链式绕组布线接线图

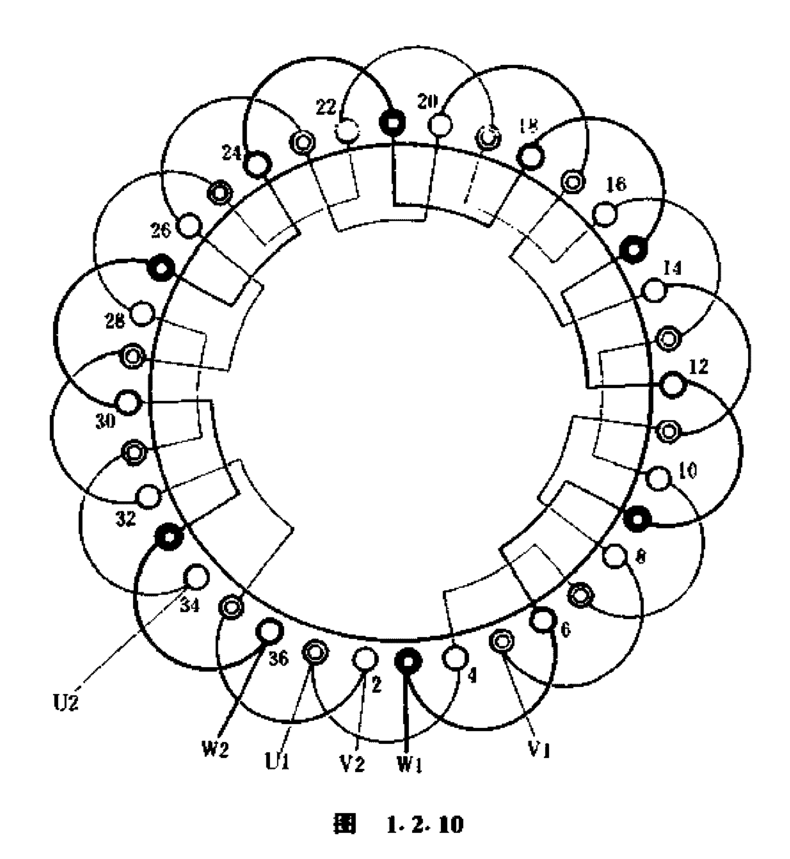


图 1.2.10

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=1$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=12$ 极相槽数 $q=1$ 线圈节距 $Y=1—4$

总线圈数 $Q=18$ 绕组极距 $\tau=3$ 绕组系数 $K_{dp}=1$

线圈组数 $u=18$ 每槽电角 $\alpha=60°$

2. 嵌线方法 绕组有两种嵌线法：

(1) 交叠法 吊边数仅为1，嵌线顺序见下表：

表 1.2.10(a) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	1	35		33		31		29		27		25		23		21		19
	浮边			2		36		34		32		30		28		26		24	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边		17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边	22		20		18		16		14		12		10		8		6	4

(2) 整嵌法 整圈嵌线构成端部双平面绕组，无需吊边，因线圈跨距小，无明显优点。嵌线顺序见下表：

表 1.2.10(b) 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	1	4	33	36	29	32	25	28	21	24	17	20	13	16	9	12	5	8
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	上平面	3	6	35	2	31	34	27	30	23	26	19	22	15	18	11	14	7	10

3. 绕组特点与应用 本例采用庶极布线，在一般电机中极少应用，仅用于低电压的低速专用电机，如汽车、拖拉机等内燃机用的JF13型、JF1314—1型永磁式交流发电机。

1.2.11　42槽14极单层链式绕组布线接线图

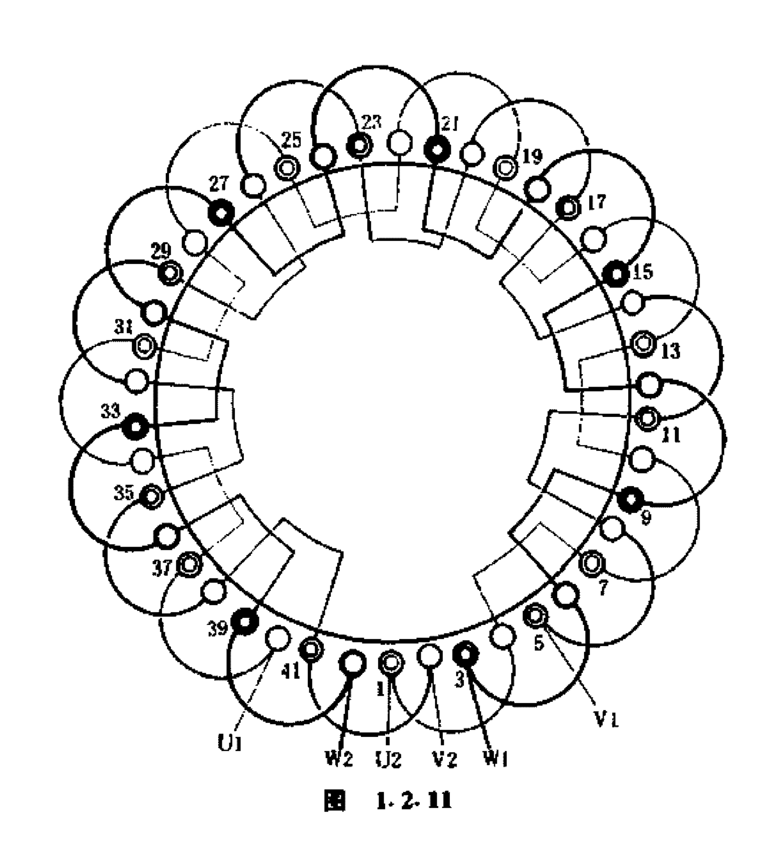


图　1.2.11

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=42$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=14$　极相槽数　$q=1$　线圈节距　$Y=1—4$

总线圈数　$Q=21$　绕组极距　$\tau=3$　绕组系数　$K_{dp}=1$

线圈组数　$u=21$　每槽电角　$\alpha=60°$

2. 嵌线方法　绕组可采用隔圈整嵌形成双平面绕组；也可用交叠法嵌线、嵌线仅吊1边。交叠嵌线顺序见下表：

表 1.2.11　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	沉边	1	41		39		37		35		33		31		29		27		25		23	
	浮边			2		42		40		38		36		34		32		30		28		26

嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	沉边	21		19		17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边		24		22		20		18		16		14		12		10		8		6	4

3. 绕组特点与应用　本例为汽车专用发电机绕组。采用单层庶极布线，每相由7只全距线圈相距一极距分布，线圈顺接串联，即“尾与头”相接，使线圈极性一致。因电机绕组是一路Y形联结，故将U2、V2、W2在机内接成星点，出线三根。主要应用实例有JF2812Y、JF173及JF1000等汽车专用交流发电机。

1.2.12　48槽8极单层链式绕组布线接线图之一

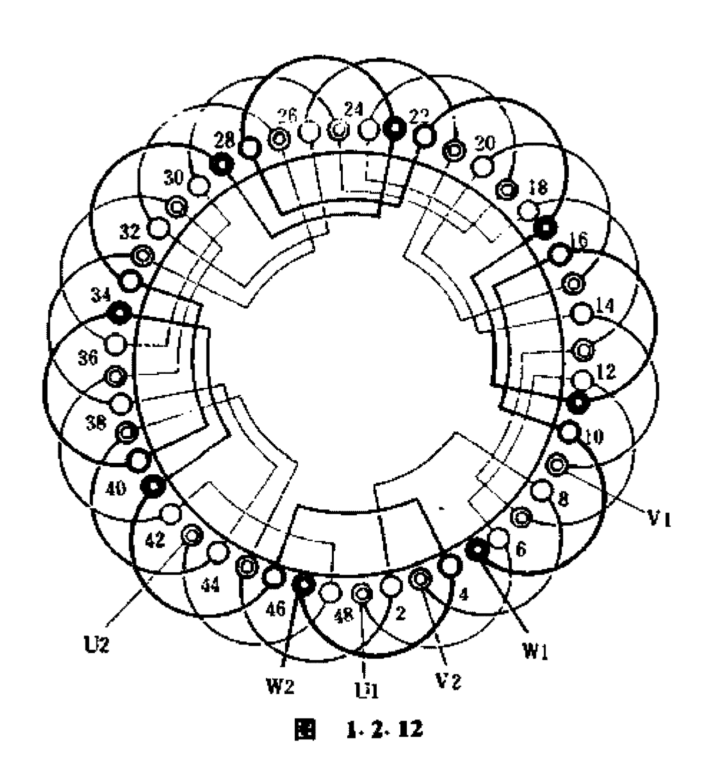


图　1.2.12

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$Y=1—6$

总线圈数　$Q=24$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=24$　每槽电角　$\alpha=30°$

2. 嵌线方法　嵌线可用两种方法，但较多用交叠法嵌线。嵌线顺序见下表：

表 1.2.12　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	1	47	45		43		41		39		37		35		33		31		29		27		25	
	浮边				2		48		46		44		42		40		38		36		34		32		30

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边	23		21		19		17		15		13		11		9		7		5		3			
	浮边		28		26		24		22		20		18		16		14		12		10		8	6	4

3. 绕组特点与应用　绕组采用显极布线，线圈节距比极距短1槽，但仍属全距绕组；每相由8只线圈串联而成，同相线圈间连接是“尾与尾”或“头与头”相接，使相邻线圈的极性相反。此绕组是单链绕组常用的基本型式，既应用于Y160M2—8、JO2L—41—8等新老系列三相异步电动机定子绕组，也用于YR250M2—8等绕线转子电动机转子绕组。

1.2.13 48槽8极单层链式绕组布线接线图之二

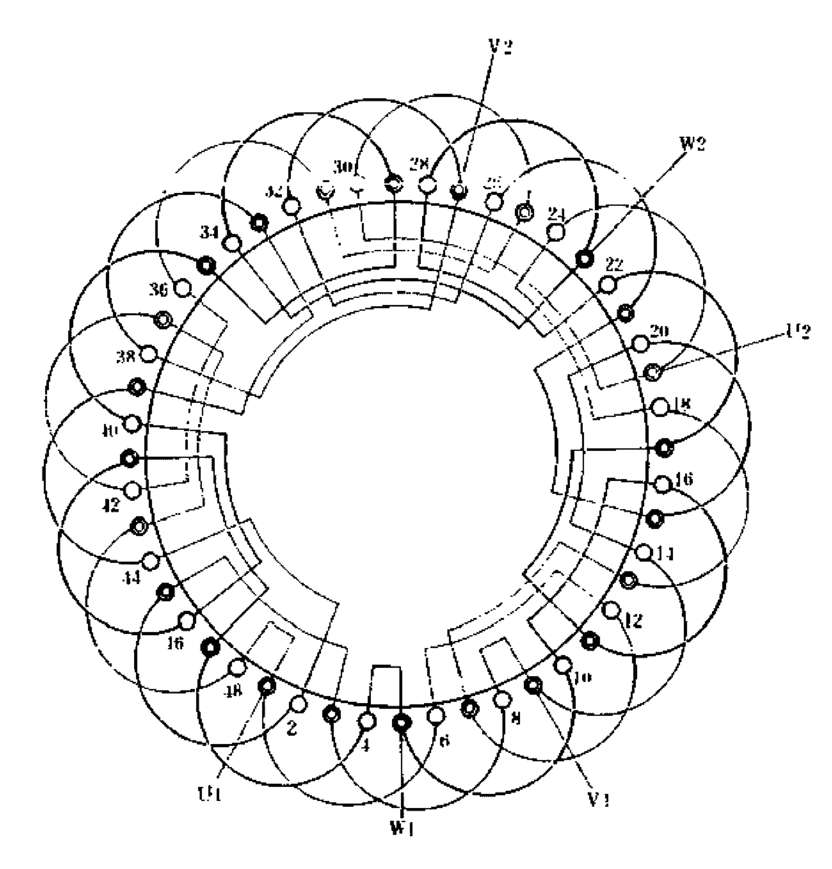


图 1.2.13

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=1$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=2$ 线圈节距 $Y=1-6$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=24$ 每槽电角 $\alpha=30°$

2. 嵌线方法 绕组嵌线较多采用交叠法，嵌线顺序可参考表1.2.12；也可不用吊边而用整嵌法构成三平面绕组。整嵌法的嵌线顺序见下表：

表 1.2.13 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下平面	1	6	43	48	37	42	31	36	25	30	19	24	13	18	7	12
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	中平面	5	10	47	4	41	46	35	40	29	34	23	28	17	22	11	16
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上平面	9	14	3	8	45	2	39	44	33	38	27	32	21	26	15	20

3. 绕组特点与应用 绕组布线与上例相同，但采用二路并联接线，每支路有4只线圈，采用短跳连接，线圈间反接串联，即“头与头”或“尾与尾”相接；两路逆向走线，必须使相邻线圈极性相反。本绕组在定子绕组中极少应用，主要用于绕线转子异步电动机转子绕组，实例有YZR250M1—8、JZR2—41—8等电动机转子。

1.2.14 48 槽 8 极单层链式绕组布线接线图之三

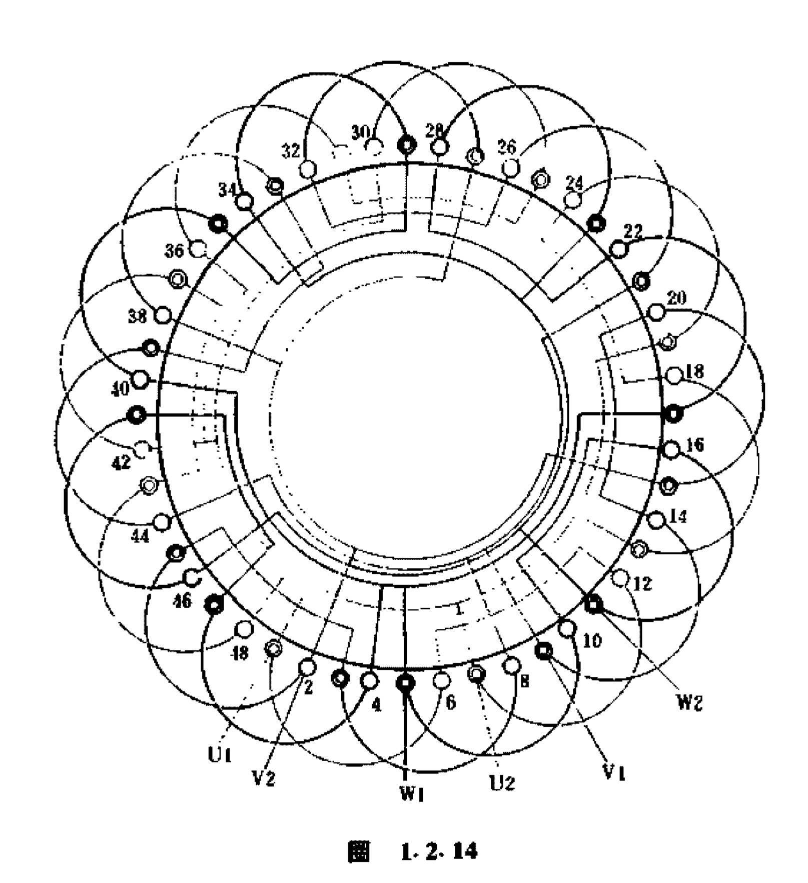


图 1.2.14

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=1$ 并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=2$ 线圈节距 $Y=1-6$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=24$ 每槽电角 $\alpha=30°$

2. 嵌线方法 本例布线与例 1.2.12 相同，交叠嵌线可参考其嵌线表进行；本例介绍的嵌线顺序可适用于习惯用前进式嵌线的操作者使用，见下表：

表 1.2.14 交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	沉边	6	8	10		12		14		16		18		20		22	
	浮边				5		7		9		11		13		15		17
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	沉边	24		26		28		30		32		34		36		38	
	浮边		19		21		23		25		27		29		31		33
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边	40		42		44		46		48		2		4			
	浮边		35		37		39		41		43		45		47	1	3

注：本例图中双圆表示浮边；单圆表示沉边。

3. 绕组特点与应用 绕组布线同例 1.2.12，但采用四路并联接线，每相 8 只线圈分 4 支路，每支路两线圈反极性串联，4 支路的头端和 4 支路的尾端分别并接，并使相邻线圈间极性相反。本绕组一般不用于定子，只用于绕线式转子绕组，如 YZR250M1—8 的转子等。

1.2.15　48 槽 16 极单层链式绕组布线接线图

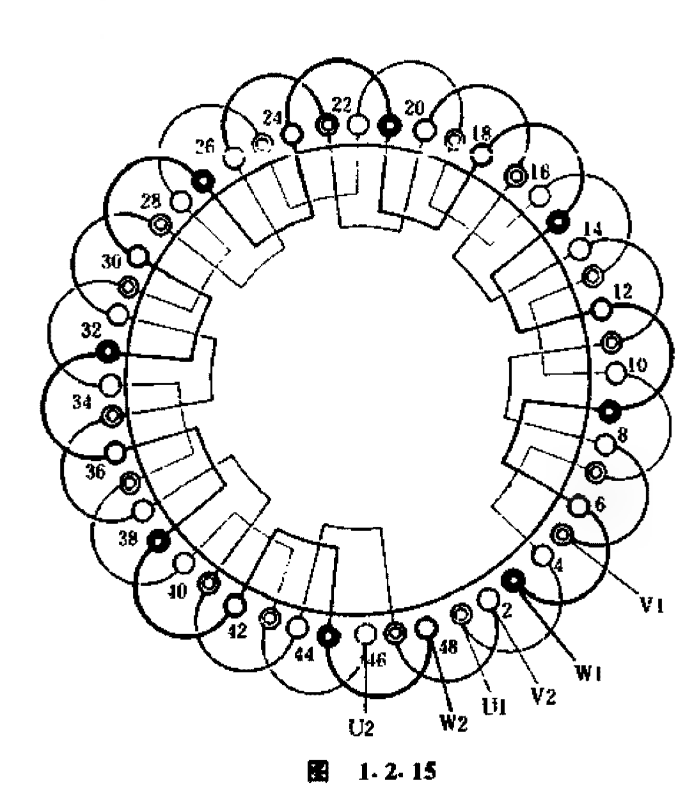


图　1.2.15

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=16$　极相槽数　$q=1$　线圈节距　$Y=1-4$

总线圈数　$Q=24$　绕组极距　$\tau=3$　绕组系数　$K_{dp}=1$

线圈组数　$u=24$　每槽电角　$\alpha=60°$

2. 嵌线方法　　嵌线有两种方法，但因 48 槽定子内腔较大，整圈嵌线并无明显优点，故一般都采用交叠法嵌线，嵌线仅吊 1 边。嵌线顺序见下表：

表 1.2.15　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	1	47		45		43		41		39		37		35		33		31		29		27		25
	浮边			2		48		46		44		42		40		38		36		34		32		30	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边		23		21		19		17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边	28		26		24		22		20		18		16		14		12		10		8		6	4

3. 绕组特点与应用　　本例采用庶极布线，每相由 8 只线圈对称分布于铁心圆周，所有线圈极性一致，故 8 只线圈顺向串联构成 16 极。此例绕组在一般电机中没有应用实例，唯用于特殊用途专用电机，如 JZT、JZT2 等型号的电磁调速电动机用的交流测速发电机。

1.3.1　12 槽 2 极单层同心式绕组布线接线图

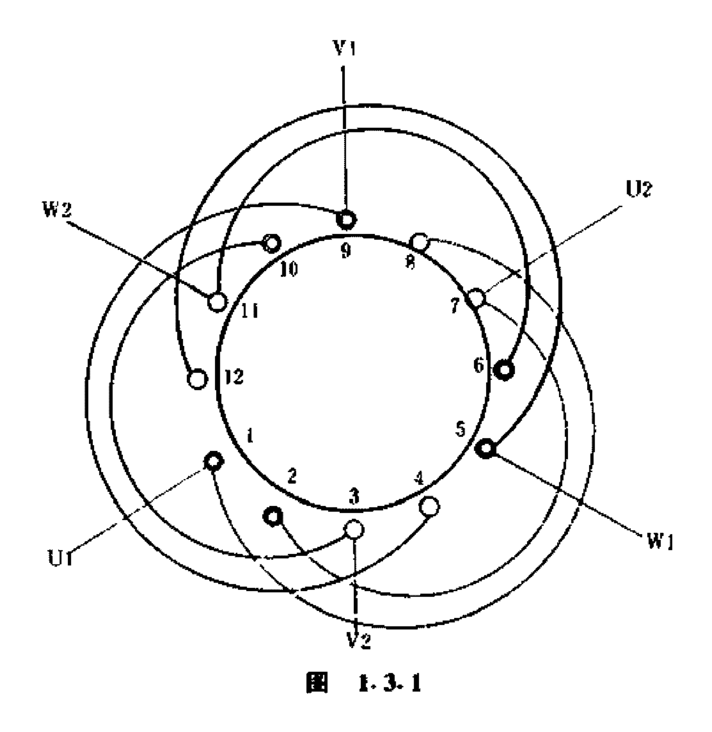


图　1.3.1

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=12$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$Y=1—8$、$2—7$

总线圈数　$Q=6$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=3$　每槽电角　$\alpha=30°$

2. 嵌线方法　可采用交叠法或整嵌法嵌线。

(1) 交叠法　交叠嵌线的绕组端部比较匀称，但需吊起 2 边嵌，若定子内孔窄小时会感嵌线困难。嵌线顺序见下表：

表 1.3.1(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入	沉边	2	1	10		9		6		5			
槽号	浮边				3		4		11		12	8	7

(2) 整嵌法　一般只应用于定子内腔狭窄的微电机上。嵌线时是分相整圈嵌入，无需吊边，但绕组端部既不能形成双平面，又不能形成三平面而出现跨于上下平面之间的变形线圈组，使端部层次不分明，且极不美观。嵌线顺序见下表：

表 1.3.1(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入	下平面	2	7	1	8		11		12				
槽号	上平面					6		5		3	10	4	9

3. 绕组特点与应用　本例采用庶极布线，整套绕组仅 3 组线圈，每相由一同心双圈组构成，无需组间接线，只用于小功率电机。本绕组除应用于国产 JW-5412 系列小功率三相异步电动机外，还见于国外进口设备的油泵电动机。

1.3.2 18槽2极单层同心式绕组布线接线图

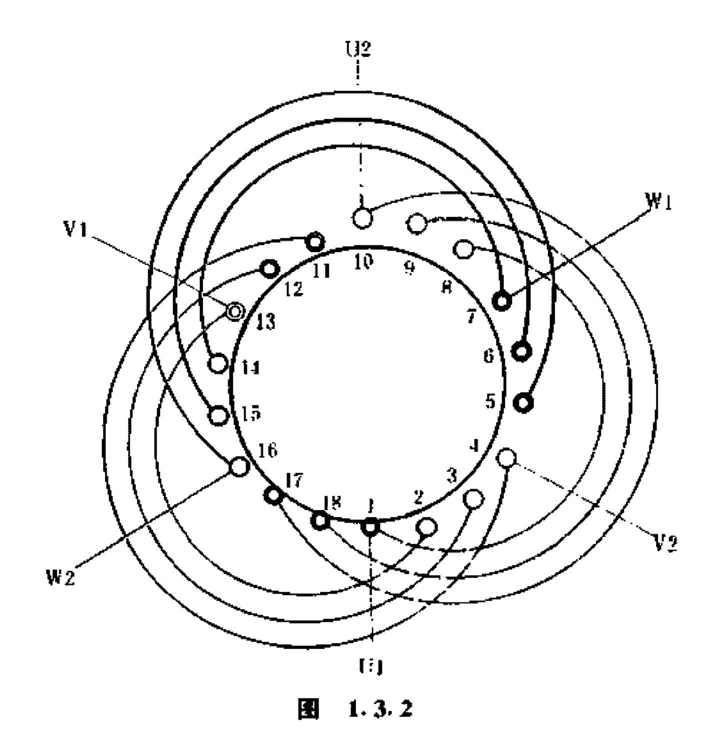


图 1.3.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1—12、2—11、3—10$

总线圈数 $Q=9$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=3$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　嵌线有两种方法：

(1) 交叠法　将绕组沉边逐槽嵌入，吊边数为3，第4只线圈开始整嵌，完成后绕组端部比较规整，是定子内腔较大、铁心长度较短的电机修理首选嵌法。嵌线顺序见下表：

表 1.3.2(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	1	18	17	13		12		11		7		6		5				
	浮边					2		3		4		14		15		16	10	9	8

(2) 整嵌法　嵌线完成后的绕组端部极不规则，有一相线圈跨于两平面之间。由于嵌线不用吊边，一般只适用于铁心较长且内腔窄小的定子。

表 1.3.2(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下平面	1	8	18	9	17	10	13		12		11							
	上平面								2		3		4	7	14	6	15	5	16

3. 绕组特点与应用　绕组系庶极布线，每相只有一线圈组，每组由3只同心线圈组成，无需接线。一般都设计成Y形联结，把星点连接于机内，抽出三根引线，如S3M—38型磨管机用三相异步电动机、B11型平板振动器异步电动机等采用此绕组。

1.3.3　24槽2极单层同心式绕组布线接线图之一

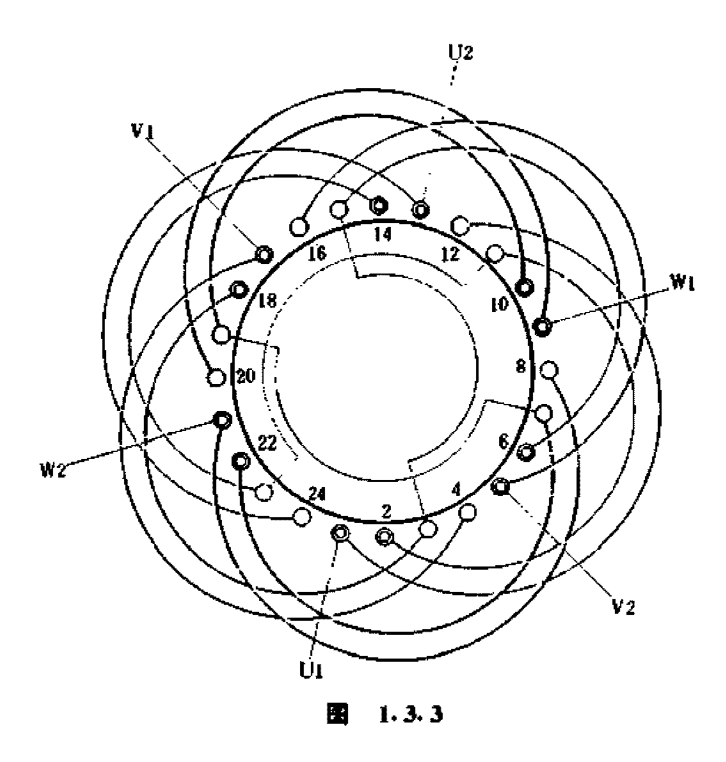


图　1.3.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=4$　线圈节距　$Y=1—12$、$2—11$

总线圈数　$Q=12$　绕组极距　$\tau=12$　绕组系数　$K_{dp}=0.958$

线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=15°$

2. 嵌线方法　　嵌线可采用交叠法或整嵌法，整嵌法可参考例1.3.4；交叠法嵌线可使绕组端部整齐美观，但嵌线需吊4边，嵌线要点是嵌两槽、隔空两槽再嵌两槽，嵌线顺序见下表：

表 1.3.3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	2	1	22	21	18		17		14		13		10		9		6		5					
	浮边						3		4		23		24		19		20		15		16	12	11	8	7

3. 绕组特点与应用　　本例为2极电机常用绕组布接线方案，绕组采用显极布线，一路串联接法，每相组间接法是反向串联，即“尾与尾”相接。此绕组在小型2极电动机中应用很多，如一般用途电动机的Y100L—2、老系列的JO2—32—2、JO2L—51—2等采用；直流电弧焊接机AX—165(AB—165)、AX3—300—2、AR—300的拖动用三相交流异步电动机等都采用。另外，将星点接在内部，引出三根引线则应用于QX系列污水泵电动机以及BJO2—31—2等隔爆型异步电动机。

1.3.4　24 槽 2 极单层同心式绕组布线接线图之二

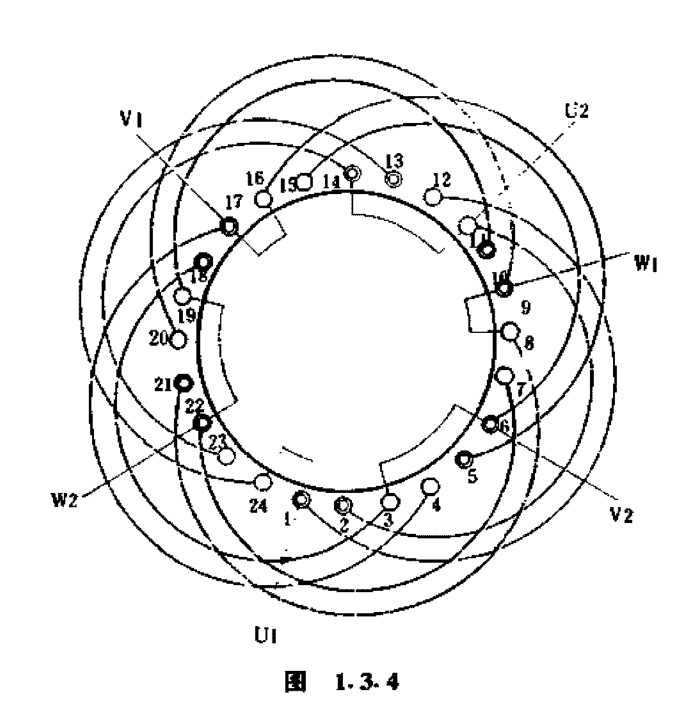


图　1.3.4

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=4$　线圈节距　$Y=1$—12、2—11

总线圈数　$Q=12$　绕组极距　$\tau=12$　绕组系数　$K_{dp}=0.958$

线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=15°$

2. 嵌线方法　　嵌线可采用两种方法，交叠法嵌线顺序可参考上例。本例介绍整嵌方法，它是将线圈逐相嵌线，嵌好一相后垫上端部绝缘，再将另一相嵌入相应槽内，完成后再嵌第 3 相，使三相线圈端部形成在三层次的平面上；整嵌法嵌线不用吊边，常被二极电动机选用。嵌线顺序见下表：

表 1.3.4　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	底层	2	11	1	12	14	23	13	24																
	中层									10	19	9	20	22	7	21	8								
	面层																	18	3	17	4	6	15	5	16

3. 绕组特点与应用　　本绕组是显极布线，与上例相同，但绕组采用二路并联接线，一相每支路由一组同心双圈组成，两支路在同一极距内并联，使两组线圈电流相反。本例应用也较多，如隔爆型异步电动机 BJO2—52—2、油浸式农业排灌用三相潜水电泵电动机 QY··40A 及充水式潜水泵用三相电动机等都采用本例绕组。

1.3.5 24 槽 4 极单层同心式绕组布线接线图

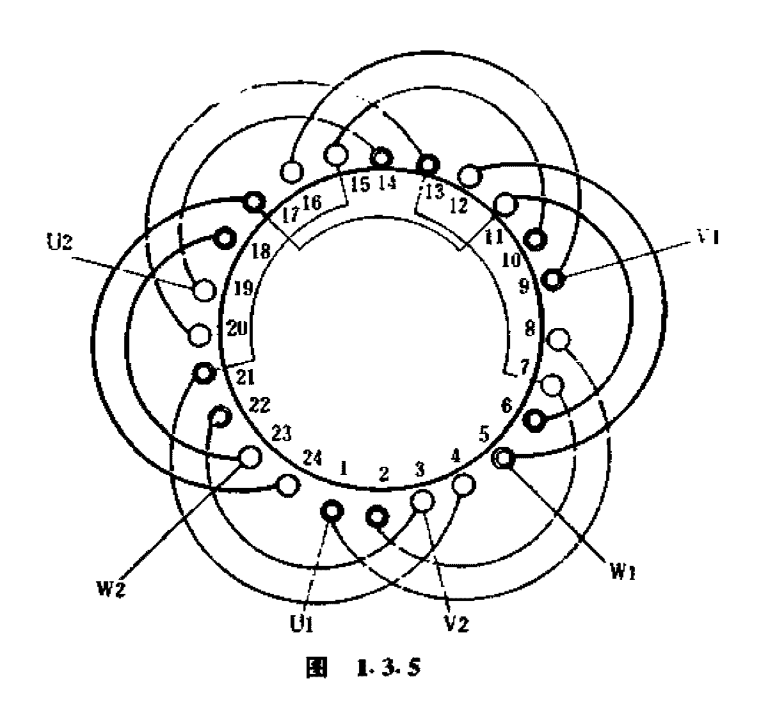


图 1.3.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=2$ 线圈节距 $Y=1—8$、$2—7$

总线圈数 $Q=12$ 绕组极距 $\tau=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=30°$

2. 嵌线方法 嵌线可采用两种方法：

(1) 交叠法 交叠嵌线是先嵌沉边，吊边 2 个，从第 3 只线圈起嵌人沉边后可相继把浮边嵌人。嵌线顺序见下表：

表 1.3.5(a) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌人槽号	沉边	2	1	22		21		18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边				3		4		23		24		19		20		15		16		11		12	8	7

(2) 整嵌法 整圈嵌线是隔组嵌人，使 1、3、5 组端部处于同一平面，而 2、4、6 组则为另一平面并处其上层；每组嵌线则先嵌小线圈再嵌大线圈。嵌线顺序见下表：

表 1.3.5(b) 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌人槽号	底层	2	7	1	8	18	23	17	24	10	15	9	16												
	面层													6	11	5	12	22	3	21	4	14	19	13	20

3. 绕组特点与应用 本例采用庶极布线，每相由两组线圈组成，每组由同心双圈顺串而成；组间是"尾与头"相接，使两组线圈极性相同。此绕组线圈数少，嵌接线较方便，在国外产品中多有应用，如原(苏)产品 A31/4 型、AO32/4 型、AO.I2—21—4 型等三相异步电动机，国产型号有 AO2—7124 小功率三相异步电动机都采用本例绕组。

1.3.6 36槽2极单层同心式绕组布线接线图

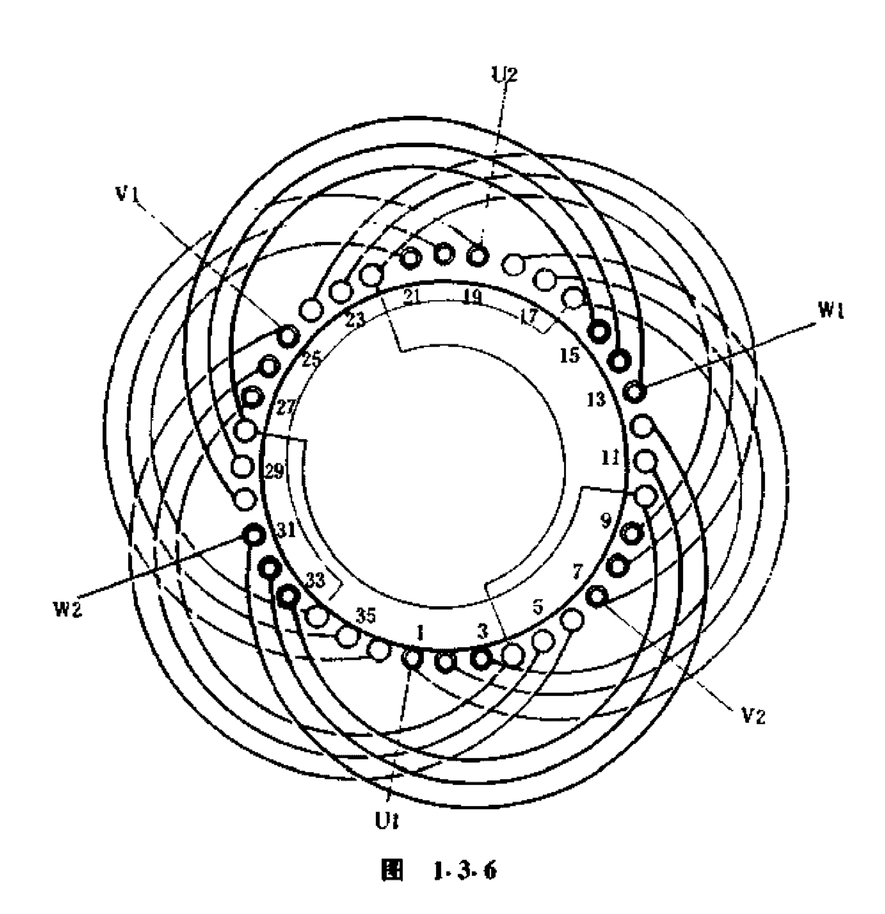


图 1.3.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=6$　线圈节距 $Y=1—18、2—17、3—16$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=18$　绕组系数 $K_{dp}=0.956$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=10°$

2. 嵌线方法　嵌线可用两种方法：

(1) 交叠法　由于线圈节距大，嵌线时要吊起6边，嵌线有一定困难。嵌线顺序见下表：

表 1.3.6(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	3	2	1	33	32	31	27		26		25		21		20		19	
	浮边								4		5		6		34		35		36
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边	15		14		13		9		8		7							
	浮边		28		29		30		22		23		24	18	17	16	12	11	10

(2) 整嵌法　为本例较宜选的方法，它是逐相分层次整圈嵌线。嵌线顺序见下表：

表 1.3.6(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下平面	3	16	2	17	1	18	21	34	20	35	19	36						
	中平面													15	28	14	29	13	30
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	中平面	33	10	32	11	31	12												
	上平面							27	4	26	5	25	6	9	22	8	23	7	24

3. 绕组特点与应用　本例系较常用的布线形式，采用显极布线，每相两组同心三圈组构成，组间连接为反向串联，使两组极性相反。采用本绕组的有JO3L—180M1—2一般用途老系列铝线绕组电动机、YX—132S1—2高效率三相异步电动机及AX7—400直流弧焊机配用的三相异步电动机等。

1.3.7 36 槽 4 极单层同心式绕组布线接线图

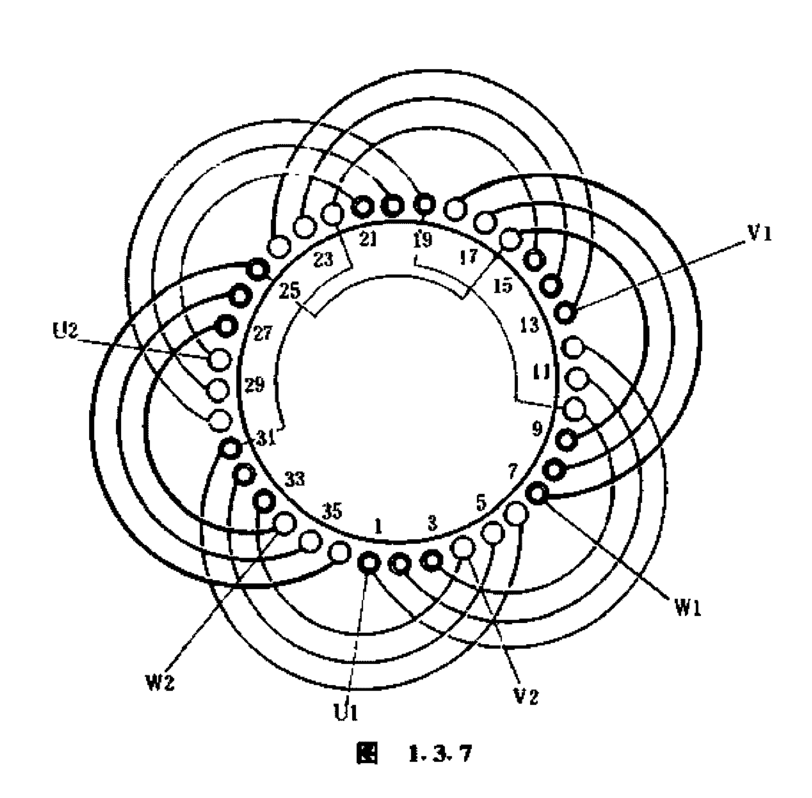


图 1.3.7

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1—12、2—11、3—10$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=18$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　嵌线可用两种方法：

(1) 交叠法　交叠嵌线时嵌 3 槽、空 3 槽，再嵌 3 槽，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.3.7(a) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	3	2	1	33		32		31		27		26		25		21		20
	浮边					1		5		6		31		35		36		28	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边		19		15		14		13		9		8		7				
	浮边	29		30		22		23		24		16		17		18	10	11	12

(2) 整嵌法　采用隔组嵌入，使 6 组线圈分置于两平面上。嵌线顺序见下表：

表 1.3.7(b) 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	3	10	2	11	1	12	27	34	26	35	25	36	15	22	14	23	13	24

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	上平面	9	16	8	17	7	18	33	4	32	5	31	6	21	28	20	29	19	30

3. 绕组特点与应用　本例绕组采用庶极布线，每相由两组同心三圈组构成，组间连接是顺向串联。具有线圈组较小，布接线方便等特点。此绕组在国内极少应用，主要见于国外产品，如原(苏)AK—51—4 型绕线式三相异步电动机定子绕组、AO12－32－6/4 极双绕组双速电动机中的 4 极绕组都采用本例。

1.3.8 36槽6极单层同心式绕组布线接线图之一

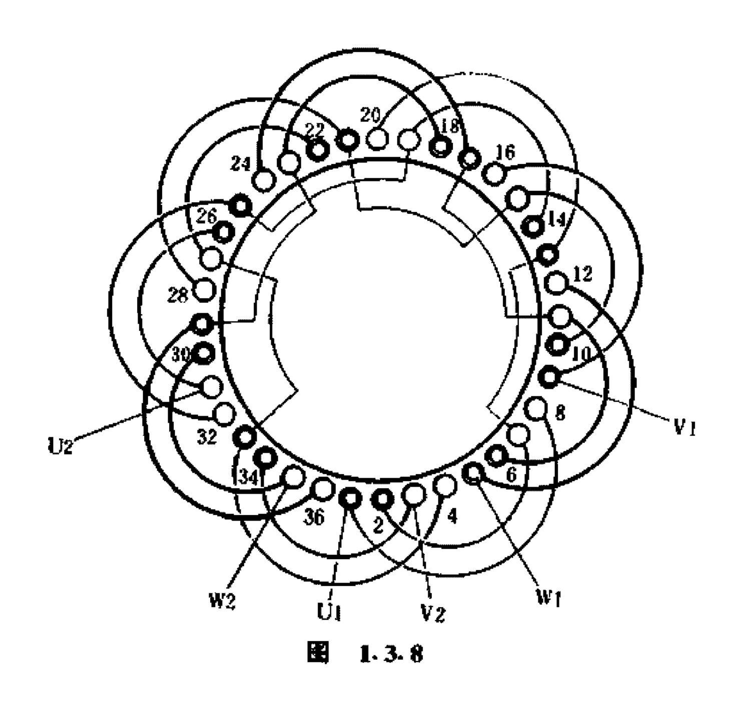


图 1.3.8

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=2$ 线圈节距 $Y=1—8$、$2—7$

总线圈数 $Q=18$ 绕组极距 $\tau=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=9$ 每槽电角 $\alpha=30°$

2. 嵌线方法 绕组可采用交叠法或整嵌法嵌线。交叠法嵌线需吊边2个，嵌线方法可参考图1.3.9例；本例是用整嵌法，即嵌线时整圈嵌入小线圈，再嵌大线圈，嵌好后隔不同相二组不嵌，而嵌同相下一组，类此嵌完一相后，再嵌第二相、第三相，使之构成三平面绕组，嵌线顺序如下表：

表 1.3.8 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	底层	2	7	1	8	26	31	25	32	14	19	13	20						
	中层													6	11	5	12	30	35
	面层																		

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	底层																		
	中层	29	36	18	23	17	24												
	面层							10	15	9	16	34	3	33	4	22	27	21	28

3. 绕组特点与应用 本例采用庶极布线，每相3组线圈顺接串联构成6极。此绕组在国内极少应用，国外应用较多。如原(苏)的MTKB311—6型绕线式转子、AOΠ2--31—6/4极双速、AOΠ2--31—6/4/2极三速中的6极绕组均采用此绕组。

1.3.9 36 槽 6 极单层同心式绕组布线接线图之二

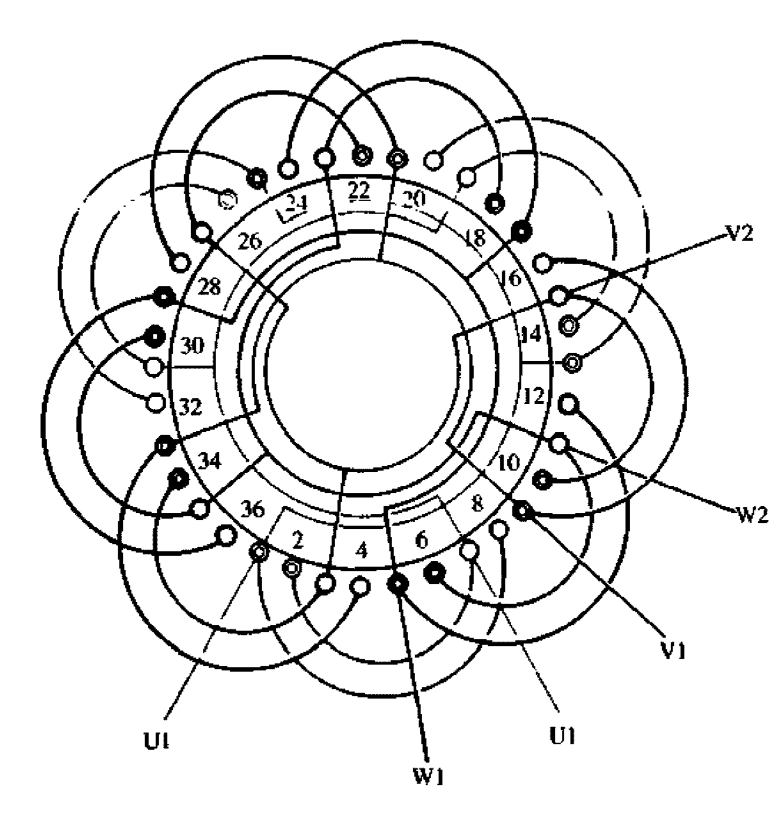


图 1.3.9

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=3$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $Y=1—8、2—7$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=9$　每槽电角 $\alpha=30°$

2. 嵌线方法　绕组嵌线有两种方法，整嵌法可参考上例，而交叠嵌线时嵌 2 槽、空 2 槽，吊边数为 2，从第 3 只线圈起可整嵌。嵌线顺序见下表：

表 1.3.9 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	34		32		30		29		26		25		22		21	
	浮边				3		4		35		36		31		32		27		28

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边	18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边		23		24		19		20		15		16		11		12	7	8

3. 绕组特点与应用　本绕组用庶极布线，但为三路并联，故在一相绕组中，将 3 组线圈的头端并接作为相头，同样尾端并联作相尾。三相接法相同。此绕组极少在国内应用，仅见于原(苏)MTM312—6 型三相绕线式电动机的转子绕组。

1.3.10 48 槽 4 极单层同心式绕组布线接线图

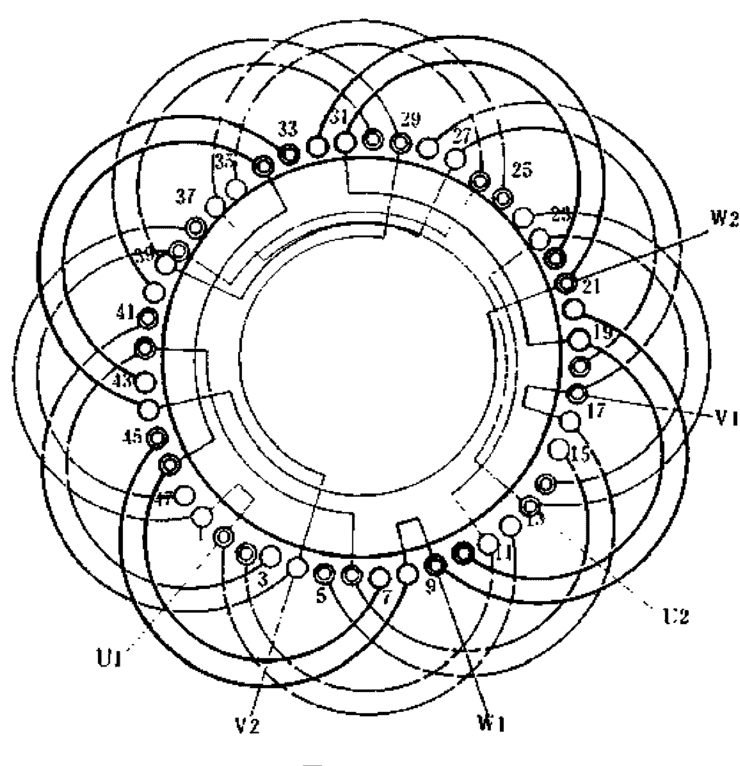


图 1.3.10

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=2$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=4$	线圈节距	$Y=1-12$、$2-11$
总线圈数	$Q=24$	绕组极距	$\tau=12$	绕组系数	$K_{dp}=0.958$
线圈组数	$u=12$	每槽电角	$\alpha=15°$		

2. 嵌线方法　　绕组可采用两种嵌法：

(1) 交叠法　　嵌线时嵌 2 槽、空 2 槽，吊边数为 4。嵌线顺序见下表：

表 1.3.10(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	2	1	46	45	42		41		38		37		34		33		30		29		26		25	
	浮边						3		4		47		48		43		44		39		40		35		36
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边	22		21		18		17		14		13		10		9		6		5					
	浮边		31		32		27		28		23		24		19		20		15		16	11	12	7	8

(2) 整嵌法　　无需吊边，分相嵌入构成三平面绕组。嵌线顺序见下表：

表 1.3.10(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下平面	2	11	1	12	38	47	37	48	26	35	25	36	14	23	13	24
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	中平面	10	19	9	20	46	7	45	8	34	43	33	44	22	31	21	32
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上平面	18	27	17	28	6	15	5	16	42	3	41	4	30	39	29	40

3. 绕组特点与应用　　绕组是显极布线，采用二路并联。国外应用于转子绕组，国内曾见用于 JO2L-71-4 三相异步电动机。

1.3.11 48 槽 8 极单层同心式绕组布线接线图之一

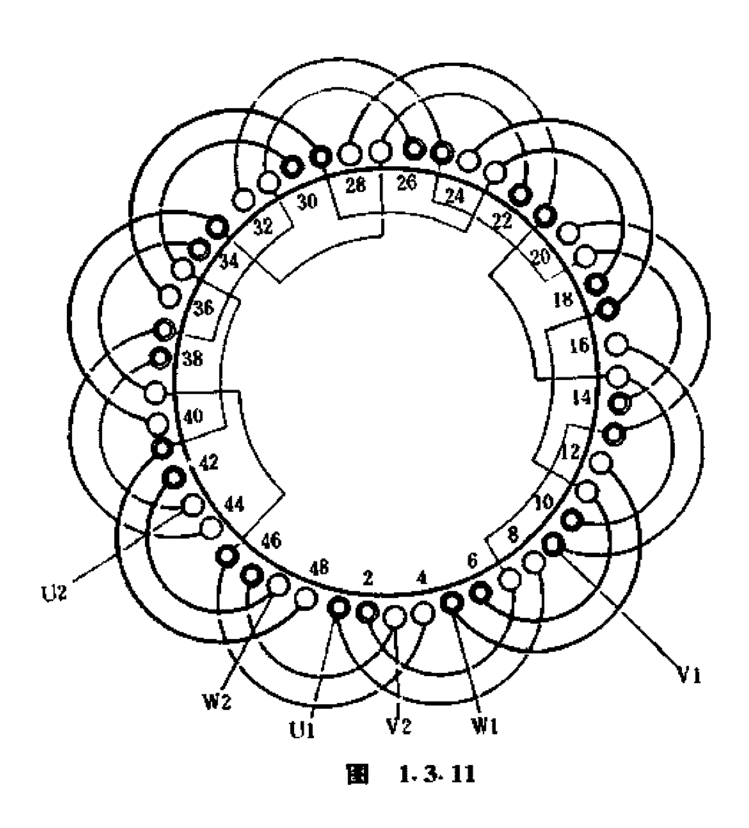


图 1.3.11

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $Y=1—8、2—7$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=30°$

2. 嵌线方法　嵌线可采用交叠法或整嵌法。整圈嵌线无需吊边，线圈隔组嵌入，构成双平面绕组，嵌线顺序可参考例 1.3.12。交叠嵌线则嵌 2 槽、空出 2 槽，再嵌 2 槽，吊边数为 2。嵌线顺序见下表：

表 1.3.11　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	2	1	46		45		42		41		38		37		34		33		30		29		26	
	浮边				3		4		47		48		43		44		39		40		35		36		31

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边	25		22		21		18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边		32		27		28		23		24		19		20		15		16		11		12	7	8

3. 绕组特点与应用　本例为庶极布线，每组由 2 只同心双圈组成，每相绕组有 4 组线圈，采用顺向串联接线，故线圈组极性全部相同。此绕组应用实例主要有国产绕线式异步电动机 JZR2--31—8 的转子绕组及原(苏)三相异步电动机 MTM311—8 绕线转子。

1.3.12　48槽8极单层同心式绕组布线接线图之二

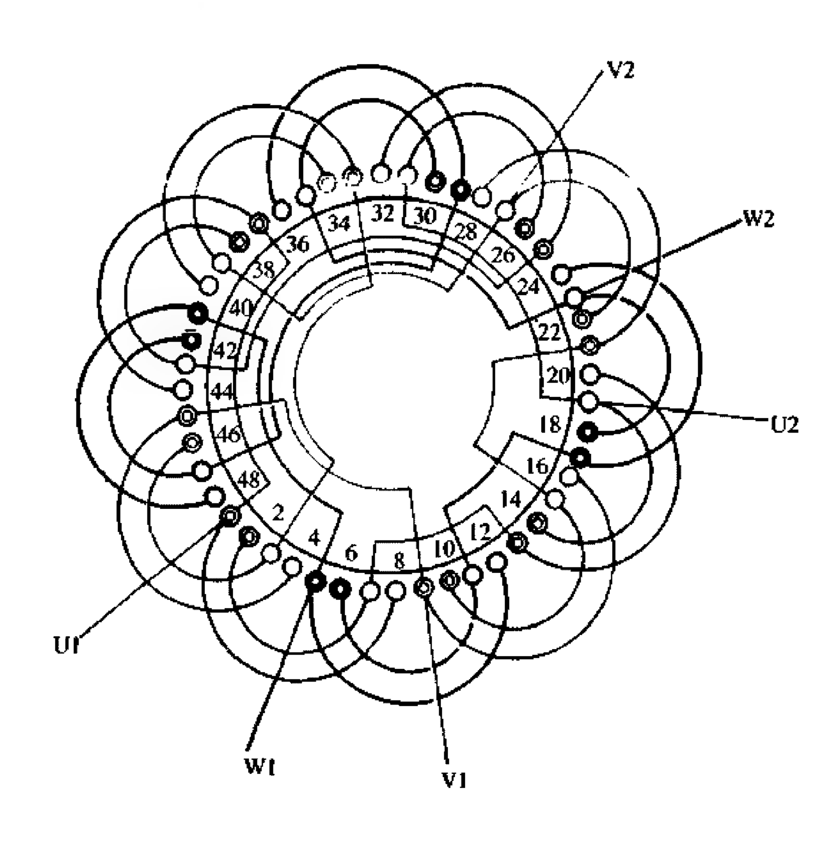


图　1.3.12

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$Y=1—8、2—7$

总线圈数　$Q=24$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=12$　每槽电角　$\alpha=30°$

2. 嵌线方法　　本例嵌线可采用交叠法或整嵌法。交叠嵌线需吊边2槽，嵌线时嵌2槽空2槽，嵌线顺序可参考上例。整嵌法是将一组嵌入相应槽内，隔开第2组不嵌，再嵌第3组，即隔组嵌线，最后构成双平面绕组。嵌线顺序见下表：

表 1.3.12　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	底层	2	7	1	8	42	47	41	48	34	39	33	40	26	31	25	32	18	23	17	24	10	15	9	16
	面层																								

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	底层																								
	面层	6	11	5	12	46	3	45	4	38	43	37	44	30	35	29	36	22	27	21	28	14	19	13	20

3. 绕组特点与应用　　绕组采用庶极布线，二路并联，每相4个线圈组分两路短跳串联后并为二路，两路采用反方向走线，但必须使所有线圈的极性一致，以使每组线圈通电后形成相同极性。本例在国内产品没有应用实例，见用于原(苏)MTM511—8型三相绕线转子异步电动机转子绕组。

1.4 三相单层交叉式绕组

每极相槽数q=3、5、7等奇数时，当单层布线每组线圈数不是整数，而是带1/2的分数时，为构成完整的绕组，必须把1/2的半圈并入一组成为大联(组)，另一组则减半圈为小联(组)，以确保总圈数不变。这种由大小联交替分布的绕组称为单层交叉链式绕组，简称交叉式绕组，其实质属单层布线的分数绕组。

一、绕组参数

总线圈数：是三相绕组线圈总和，因系单层布线，故总线圈数为$Q=Z/2$

极相槽数：电动机每一极距所占槽数$q=Z/2pm$

每组圈数：每线圈组内元件(线圈)数，交叉式绕组每组有不等的大、小联线圈：

大联圈数：$S_d=Q/u+1/2$

小联圈数：$S_x=Q/u-1/2$

线圈组数：庶极布线为显极布线的一半。

即　显极：$u=2pm$

庶极：$u=pm$

绕组极距：它等于绕组每极所占槽数$\tau=Z/2P$

绕组系数：参考1.1节计算。

每槽电角：参考1.1节计算。

绕组最大可能并联支路数$a_m=u/2$

式中各符号意义参考1.1节。

二、绕组特点

(1) 单层交叉式绕组也有用庶极布线，但实用上多为显极绕组；

(2) 每组线圈数和节距都不等，但仍属全距绕组($K_p=1$)，而线圈平均节距较短，用线较节省；

(3) 单层交叉式有四种布线型式：

1) 不等距交叉式　绕组由节距不相等的大联、小联线圈组构成；小联线圈节距$Y_x=2q+1$、大联线圈节距$Y_D=Y_x+1$。绕组采用显极布线，是应用最普遍的绕组型式。

2) 长等距交叉式　它是由等节距构成的显极式绕组，节距$Y=\tau$。

3) 庶极交叉式　绕组由不等距的单、双圈或双、三圈组成，在电机中有一定的应用。

4) 短等距交叉式　它所构成的是不连续相带的绕组，本书列入特种绕组图例介绍。

三、绕组嵌线

由于线圈组本身就交叉重叠，故显极布线不宜整嵌，仅用交叠法嵌线；但庶极布线则可采用整嵌法构成双平面绕组。设每组线圈数$S=1½$时，交叉式绕组嵌线规律如下：

(1) 不等距交叉式嵌线规律　嵌2槽双圈，退空1槽嵌单圈，再退空2槽，再嵌双圈，如此类推。

(2) 等距交叉式嵌线规律　嵌好1槽、退空1槽，再嵌1槽，再退空1槽，如此类推。

(3) 庶极交叉式嵌线规律　嵌入2槽，退空2槽，嵌入1槽，退空1槽，再嵌2槽，如此类推。

四、绕组接线

(1) 显极绕组　相邻线圈组极性相反，即同相相邻组间是“尾与尾”或“头与头”相接。

(2) 庶极绕组　相邻线圈组极性相同，即全部线圈电流方向一致，故组间串联是“尾与头”相接。

1.4.1　18槽2极单层交叉式绕组布线接线图之一

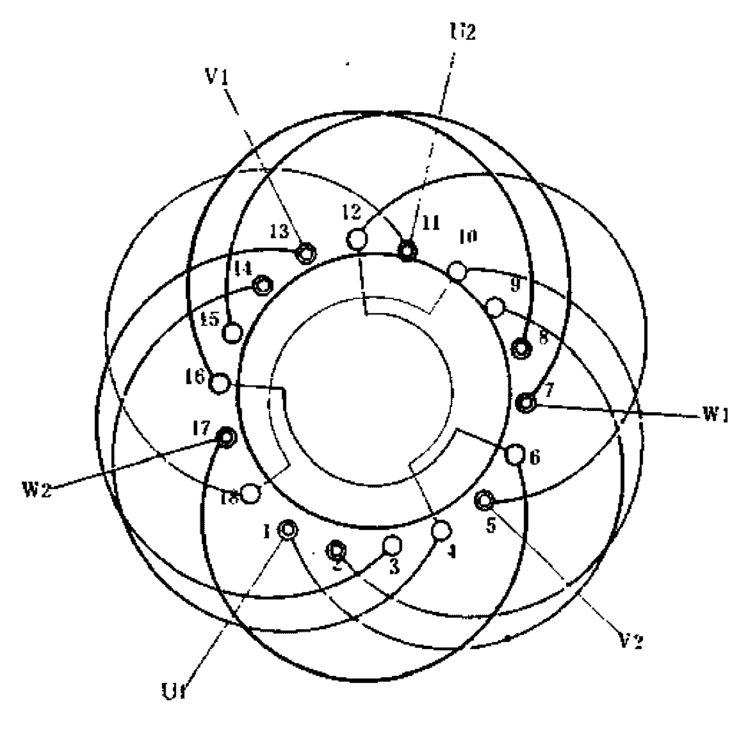


图　1.4.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1—9、2—10、11—18$

总线圈数 $Q=9$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，因是不等距布线，嵌线从大联（双圈）开始，嵌线顺序见表 1.4.1(a)；嵌线从小联（单圈）开始则嵌线顺序见下表(b)，但吊边数均为 3。

表 1.4.1(a)　交叠法（双圈始嵌）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	17	14		13		11		8		7		5				
	浮边					4		3		18		16		15		12	10	9	6

表 1.4.1(b)　交叠法（单圈始嵌）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	5	2	1	17		14		13		11		8		7				
	浮边					6		4		3		18		16		15	12	10	9

3. 绕组特点与应用　本例为显极式不等距布线，大联为节距 $Y_p=1\sim9$ 的双圈；小联是 $Y_z=1\sim8$ 单圈，每相由大、小两联串联而成，两组间的接线是“尾接尾”，使极性相反。此绕组是交叉链绕组的基本型式，应用实例主要是小型电动机，如 Y90S—2、JO2L—11—2 等一般用途电动机；如将绕组接成一路 Y 形，引出 3 根电源线可应用于各种电动工具，如 S3S—100、125、150、3CT -100 等手提砂轮机；S3SR—200 软轴砂轮机；JOSF—200 台式砂轮机；B11 平面振动器等专用电动机。也用于 Z2D—50 直联插入式混凝土振动器三相中频电动机。

1.4.2 18槽2极单层交叉式绕组布线接线图之二

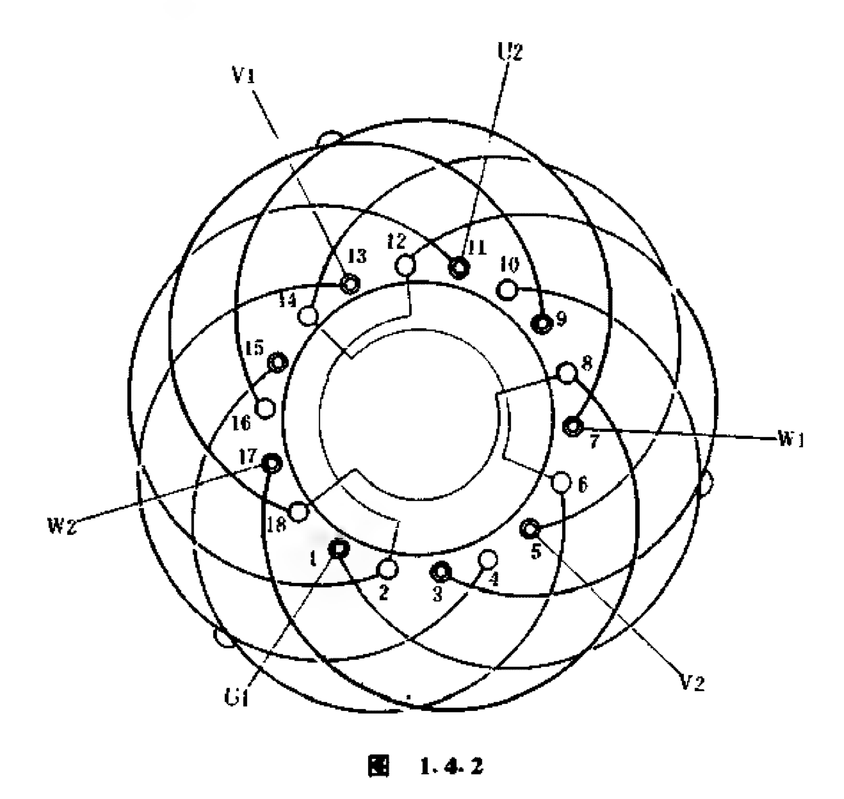


图 1.4.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1—10$

总线圈数 $Q=9$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　本例是长等距交叉式绕组，一般只用交叠法嵌线，不论先嵌大联或单联，方法都是嵌1槽，退空1槽嵌1槽，吊边数为4。嵌线顺序见下表：

表 1.4.2　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	3	1	17	15	13		11		9		7		5					
	浮边						4		2		18		16		14	12	10	8	6

3. 绕组特点与应用　绕组采用显极式长等距布线，每相有两组线圈，大联为隔槽分布的连绕双线圈(图中用端部小半圆表示)，小联是单圈，所有线圈的浮边和沉边在槽外交叠。两组线圈的接线是反向串联。此绕组唯一优点就是全部线圈节距一样而可用同一规格的线模绕制，但线圈节距等于极距，使绕组用线量增加，有功损耗也相应增大，而且嵌线吊边数也比上例多1边，对小电机嵌线工艺十分不利，故目前较少应用。曾见用于JCB—22型小功率电泵电动机和Z2D—80、Z2D—100型直联插入式混凝土振动器三相中频异步电动机。

1.4.3 18槽4极单层交叉式绕组布线接线图

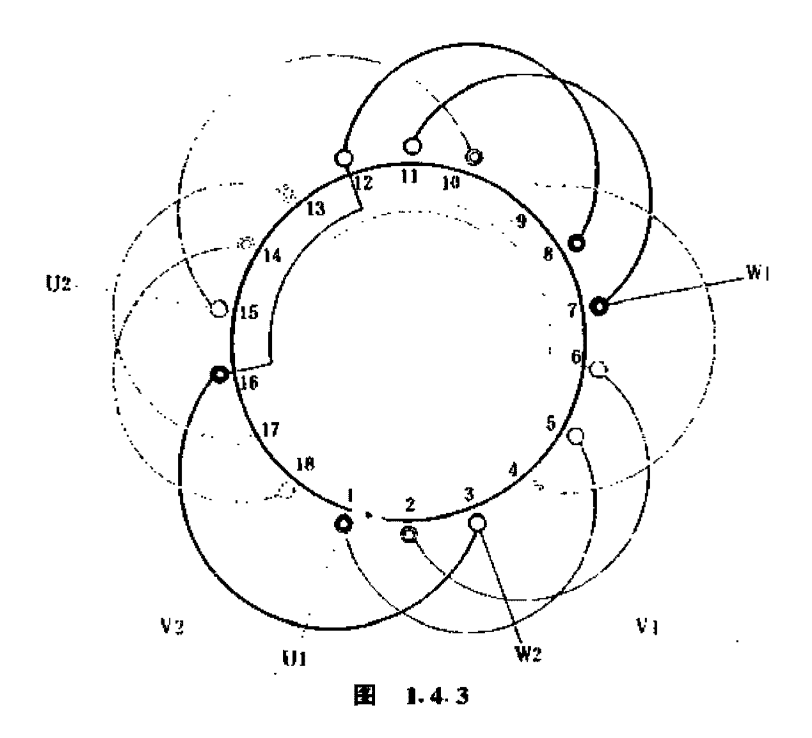


图 1.4.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$ 每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$ 线圈节距 $Y=1—5、2—6、10—15$

总线圈数 $Q=9$ 绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=40°$

2. 嵌线方法　本例为不等距庶极布线，嵌线方法有两种：

(1) 交叠法　嵌线需吊2边．如从双圈始嵌则嵌线顺序见下表：

表 1.4.3(a) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	16		14		13		10		8		7		4			
	浮边				3		18		17		15		12		11		9	6	5

(2) 整嵌法　嵌线无需吊边，通常是先嵌大联组于下平面，再嵌单圈组于其上。嵌线顺序见下表：

表 1.4.3(b) 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下平面	2	6	1	5	14	18	13	17	8	12	7	11						
	上平面													4	9	16	3	10	15

3. 绕组特点与应用　绕组由大联节距 $Y_D=1—5$ 的交叠双圈和小联节距 $Y_x=1—6$ 的单圈构成，线圈组间连接是顺向串联．所有线圈极性均相同。本例绕组线圈组数少，嵌线工艺特别是用整嵌法时更显简便，且省工时，在国外产品中常有应用，但国内极为罕见，曾见于JWO7A—4型小功率三相异步电动机有用此绕组。

1.4.4　36 槽 4 极单层交叉式绕组布线接线图之一

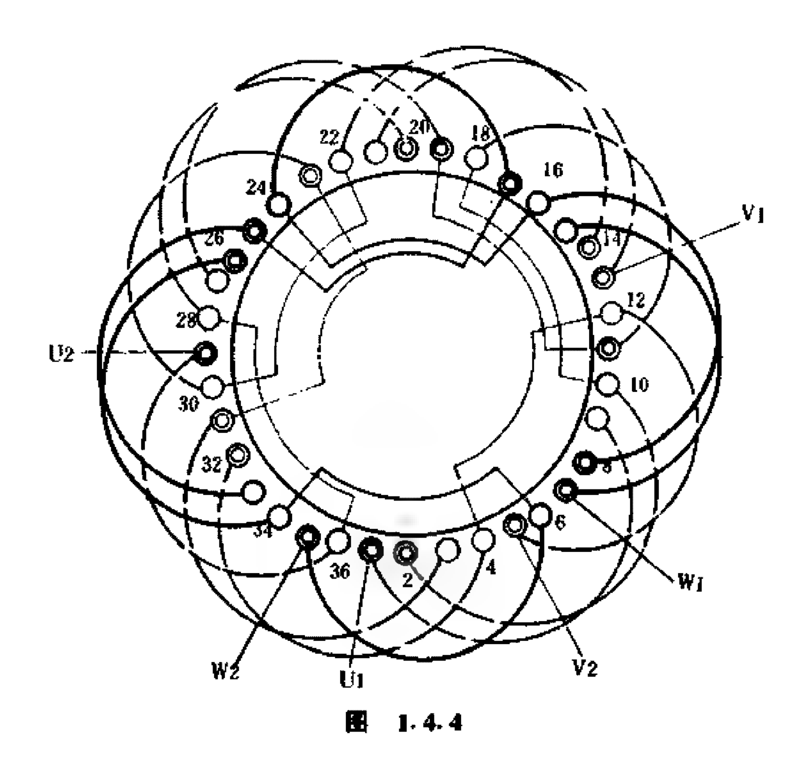


图　1.4.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1—9、2—10、11—18$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　　绕组一般都用交叠法嵌线，吊边数为 3。习惯上常从双圈嵌起，嵌入 2 槽沉边，退空出 1 槽（浮边），嵌入 1 槽沉边，再退空 2 槽浮边，以后可循此规律进行整嵌。嵌线顺序见下表：

表 1.4.4　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	35	32		31		29		26		25		23		20		19
	浮边					4		3		36		34		33		30		28	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边		17		14		13		11		8		7		5				
	浮边	27		24		22		21		18		16		15		12	10	9	6

3. 绕组特点与应用　　本例为不等距显极式布线，每相由 2 个大联组和 2 个单联组构成，大联节距 $Y_D=1—9$ 双圈，小联节距是 $Y_X=1—8$ 单圈，大、小联线圈组交替轮换对称分布。组间极性相反，接线是反向串联。本例是小型电动机最常用的绕组型式，新系列 Y100L2—4、老系列 JO2—51—4、JO3T—100L—4、JO3L—140S—4、JO4—61—4 等一般用途三相异步电动机采用此绕组；专用电机中的 BJO2—31—4 隔爆型电动机及 YX100L2—4 等高效率电动机都采用此绕组。

1.4.5 36槽4极单层交叉式绕组布线接线图之二

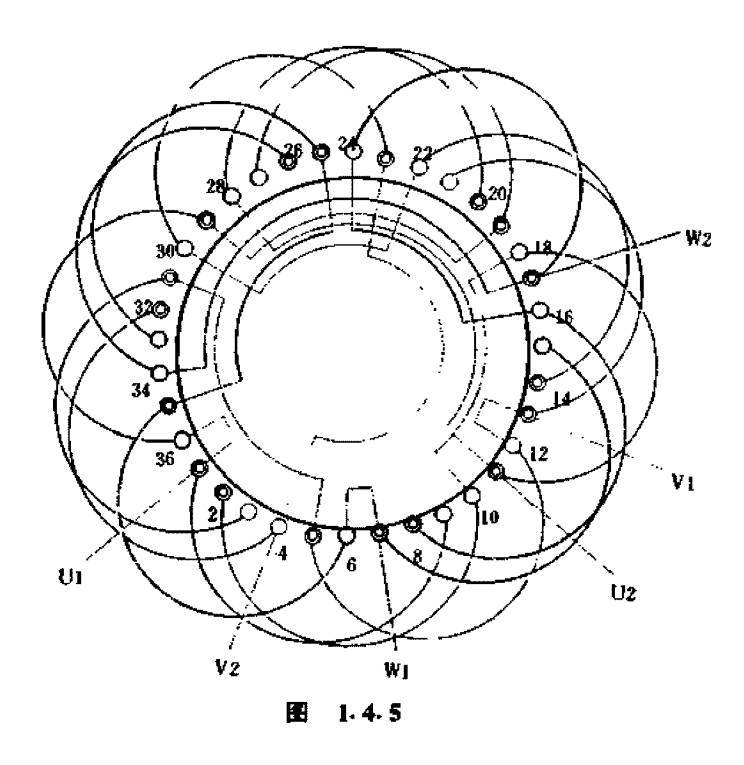


图 1.4.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1-9$、$2-10$、$11-18$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　　绕组嵌线同上例，可参考表1.4.4进行。如习惯用前进式嵌线工艺的操作者则可根据表1.4.5的顺序嵌线。

表 1.4.5　交叠法（前进式嵌线）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	9	10	12	15		16		18		21		22		24		27		28
	浮边					7		8		11		13		14		17		19	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边		30		33		34		36		3		4		6				
	浮边	20		23		25		26		29		31		32		35	1	2	5

注：本例图中单圆为沉边；双圆为浮边。

3. 绕组特点与应用　　本例采用不等距显极式布线，每相分别由两大联和两小联构成。大联线圈节距短于极距1槽，$Y_D=8$，小联线圈节距短极距2槽，$Y_X=7$。绕组为二路并联，每支路由大、小联各1组串联而成，并用短跳反向连接，两支路走线方向相反，但接线时必需保证同相相邻线圈组极性相反的原则。主要应用实例有Y160M—4型一般用途三相异步电动机和BJO2—32—4型隔爆型三相异步电动机等。

1.4.6 36槽4极单层交叉式绕组布线接线图之三

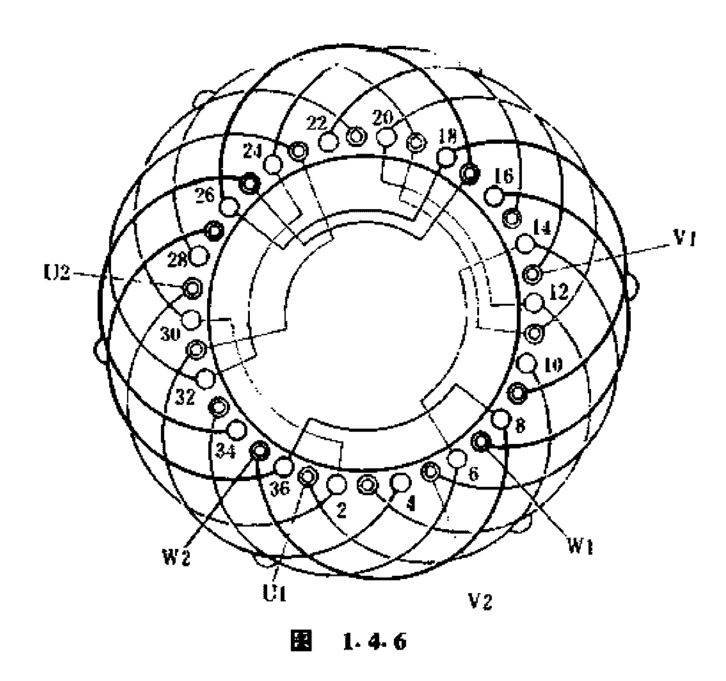


图 1.4.6

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=1\frac{1}{2}$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=3$	线圈节距	$Y=1-10$
总线圈数	$Q=18$	绕组极距	$\tau=9$	绕组系数	$K_{dp}=0.96$
线圈组数	$u=12$	每槽电角	$\alpha=20°$		

2. 嵌线方法　　本例采用长等距线圈，交叠法嵌线时吊边数为4；嵌线规律是嵌1空1。嵌线顺序见下表：

表 1.4.6　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	3	1	35	33	31		29		27		25		23		21		19	
	浮边						4		2		36		34		32		30		28
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边	17		15		13		11		9		7		5					
	浮边		26		24		22		20		18		16		14	12	10	8	6

3. 绕组特点与应用　　本绕组是显极布线，每相由两大联组和两单圈组串联而成，由于大联与小联线圈节距相等，故大联组中的两线圈安排时被单圈有效边占槽所分隔开而非通常的相邻状态。但绕制线圈时仍应连续成一组，如图中端部用小半圆表示。接线时同相相邻组间是反向串联，即“尾与尾”或“头与头”相接。此式绕组国内甚少应用，曾见于早期的JO42—4型三相异步电动机。

1.4.7　36槽8极单层交叉式绕组布线接线图

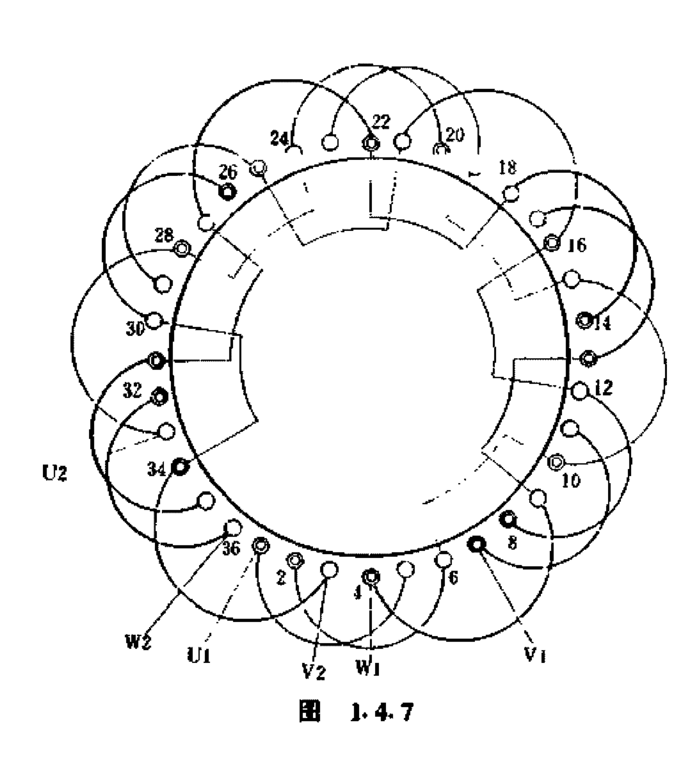


图　1.4.7

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$　线圈节距 $Y=1-5$、$2-6$、$10-15$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=40°$

2. 嵌线方法　　绕组为庶极布线，嵌线有两种方法：

（1）交叠法　　嵌线吊边数为2，通常从双圈组起嵌，嵌线顺序见表(a)：

表 1.4.7(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	34		32		31		28		26		25		22		20	
	浮边				3		36		35		33		30		29		27		21
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边	19		16		14		13		10		8		7		4			
	浮边		23		21		18		17		15		12		11		9	6	5

（2）整嵌法　　整圈嵌线无需吊边，先将大联组嵌入相应槽中形成下平面，完成后垫好绝缘再把单圈组按图中相应槽嵌入，从而构成双平面绕组。嵌线顺序见表(b)：

表 1.4.7(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	2	6	1	5	32	36	31	35	26	30	25	29	20	24	19	23	14	18
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下平面	13	17	8	12	7	11												
	上平面							4	9	34	3	28	33	22	27	16	21	10	15

3. 绕组特点与应用　　本例采用不等距庶极布线，绕组由节距 $Y_D=4$ 的双圈大联和 $Y_X=5$ 的单圈小联构成，同相组间为顺向串联。绕组采用整嵌时工艺简便，但实际应用不多，仅见于JG2—42—8型辊道用三相异步电动机。

1.4.8 54 槽 6 极单层交叉式绕组布线接线图之一

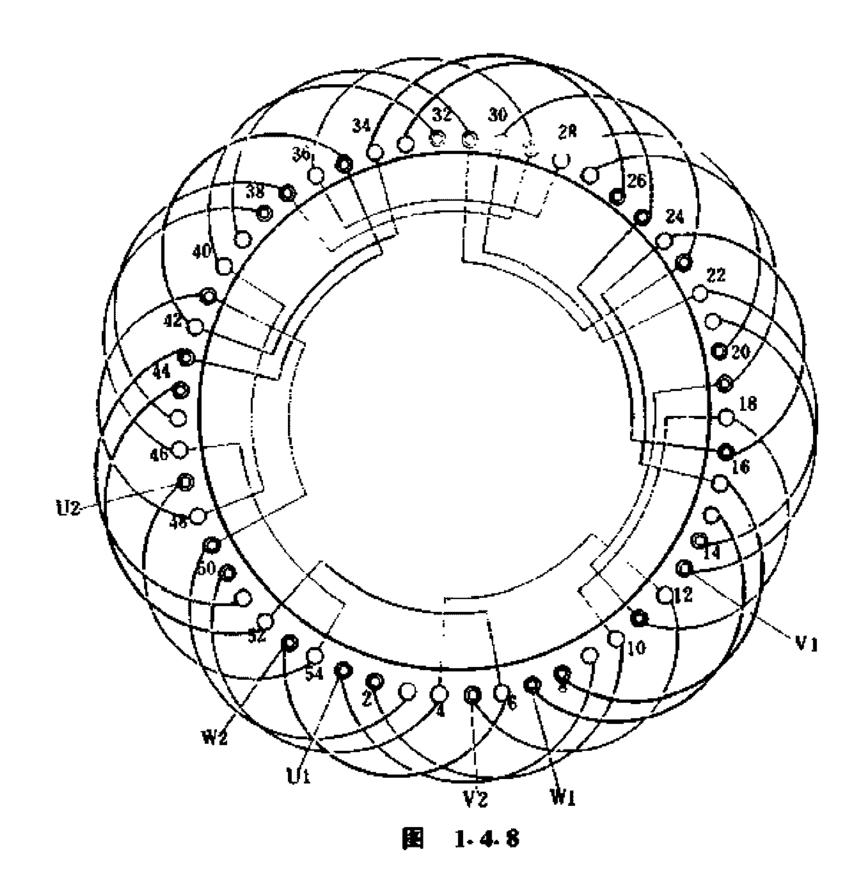


图 1.4.8

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=3$ 线圈节距 $Y=1-9$、$2-10$、$11-18$

总线圈数 $Q=27$ 绕组极距 $\tau=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=18$ 每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法 绕组系不等距布线，宜用交叠法嵌线，嵌线时吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.4.8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	53	50		49		47		44		43		41		38		37
	浮边					4		3		54		52		51		48		46	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边		35		32		31		29		26		25		23		20		19
	浮边	45		42		40		39		36		34		33		30		28	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	沉边		17		14		13		11		8		7		5				
	浮边	27		24		22		21		18		16		15		12	10	9	6

3. 绕组特点与应用 本例是显极式布线，同相组间连接是“尾与尾”或“头与头”的反向串联。此绕组主要应用于绕线转子。

1.4.9 54槽6极单层交叉式绕组布线接线图之二

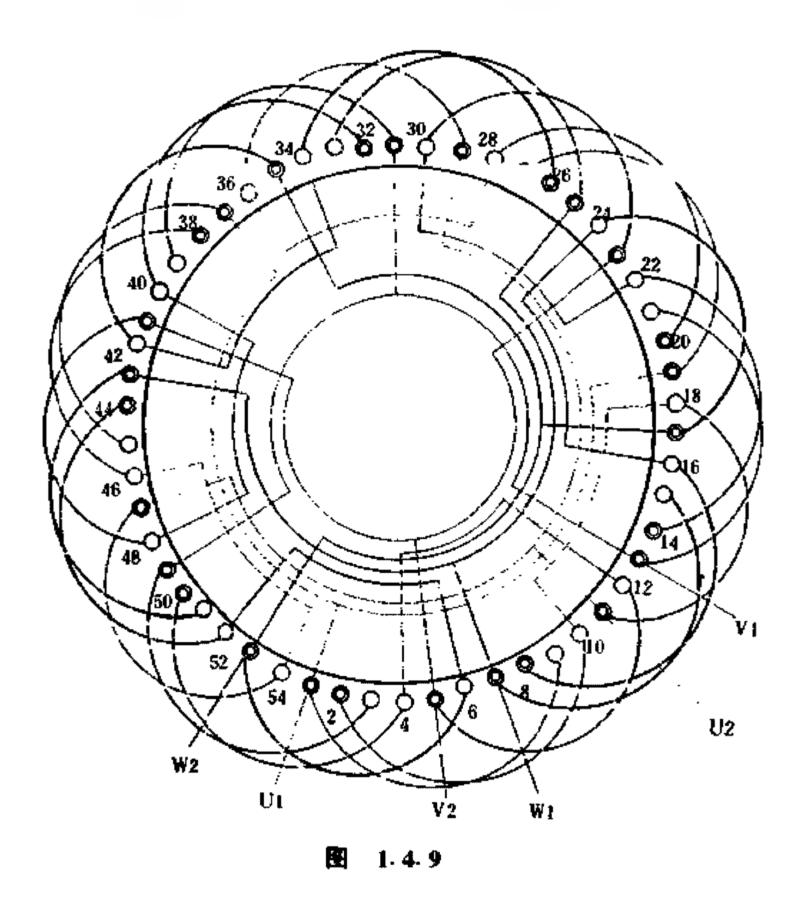


图 1.4.9

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$ 并联路数 $a=3$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=3$ 线圈节距 $Y=1—9、2—10、11—18$

总线圈数 $Q=27$ 绕组极距 $\tau=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=18$ 每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法 绕组是不等距布线，交叠法嵌线吊边数为3。嵌线顺序可参考上例表1.4.8进行。习惯用前进式嵌线的操作则嵌2槽、前进空出1槽嵌1槽，再空进2槽嵌2槽。嵌线顺序见下表：

表 1.4.9 交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	9	10	12	15		16		18		21		22		24		27		28
	浮边					7		8		11		13		14		17		19	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边		30		33		34		36		39		40		42		45		46
	浮边	20		23		25		26		29		31		32		35		37	

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	沉边		48		51		52		54		3		4		6				
	浮边	38		41		43		44		47		49		50		53	1	2	5

注：本例图中单圆为沉边；双圆为浮边。

3. 绕组特点与应用 绕组为显极式不等距布线，大联为节距 $Y_D=8$ 的双圈，小联是 $Y_X=7$ 的单圈。每相由3组大联和3组小联构成，每一大联和一小联反向串联成一支路，每相并联为三路。此绕组主要应用于转子绕组，如YZR250M1—6、YZR250M2—6等冶金、起重型三相异步电动机绕线式转子。

1.4.10 60槽8极单层交叉式绕组布线接线图

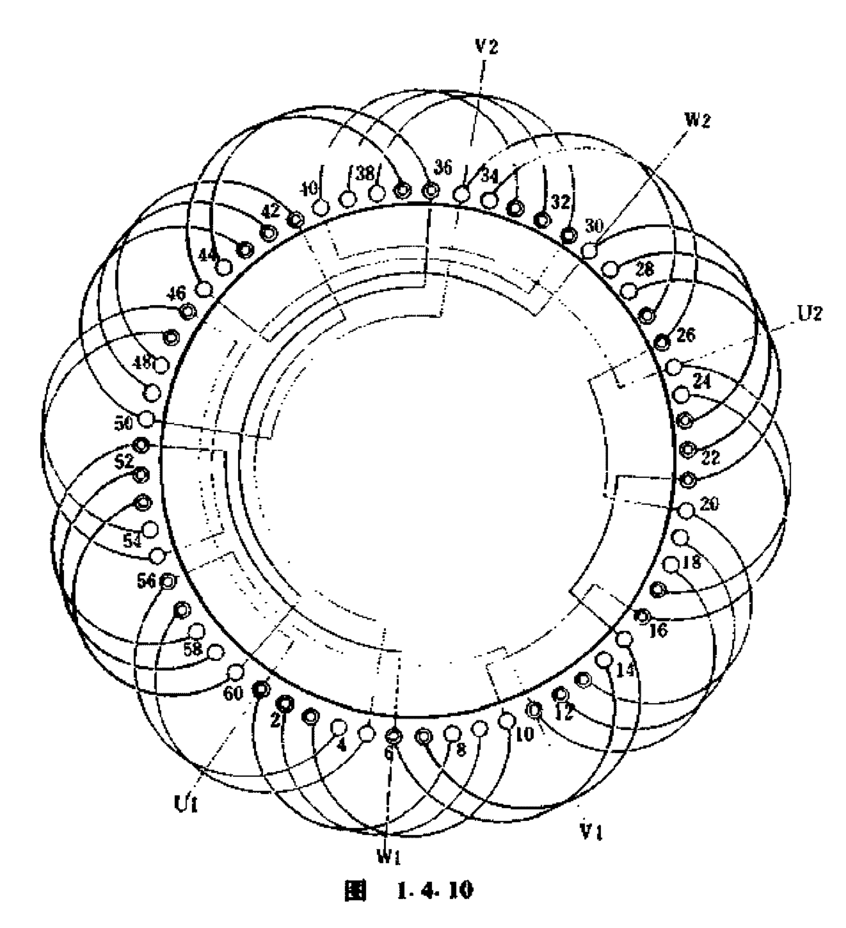


图 1.4.10

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=60$ 每组圈数 $S=2\frac{1}{2}$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$ 线圈节距 $Y=3(1-8)、2(1-9)$

总线圈数 $Q=30$ 绕组极距 $\tau=7\frac{1}{2}$ 绕组系数 $K_{dp}=0.957$

线圈组数 $u=12$ 每槽电角 $\alpha=24°$

2. 嵌线方法　本绕组可用两种嵌法，整嵌法构成双平面绕组，但60槽定子内腔大，且此绕组多用于绕线式转子，采用吊边嵌线并无困难，故下面仅介绍交叠嵌线顺序：

表 1.4.10　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	沉边	3	2	1	57		56		53		52		51		47		46		43		42
	浮边					5		4		60		59		58		55		54		50	
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	沉边		41		37		36		33		32		31		27		26		23		22
	浮边	49		48		45		44		40		39		38		35		34		30	
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	沉边		21		17		16		13		12		11		7		6				
	浮边	29		28		25		24		20		19		18		15		14	10	9	8

3. 绕组特点与应用　本例系不等距庶极布线方案。绕组由节距 $Y_D=7$ 的三圈大联组和节距 $Y_X=8$ 的双圈小联组构成。每相有大、小联各2组，分二路并联，每支路由大、小联各1顺串而成。国产电机常用于绕线式转子绕组，主要应用实例有 JZR51—8 转子。

1.4.11　72 槽 8 极单层交叉式绕组布线接线图之一

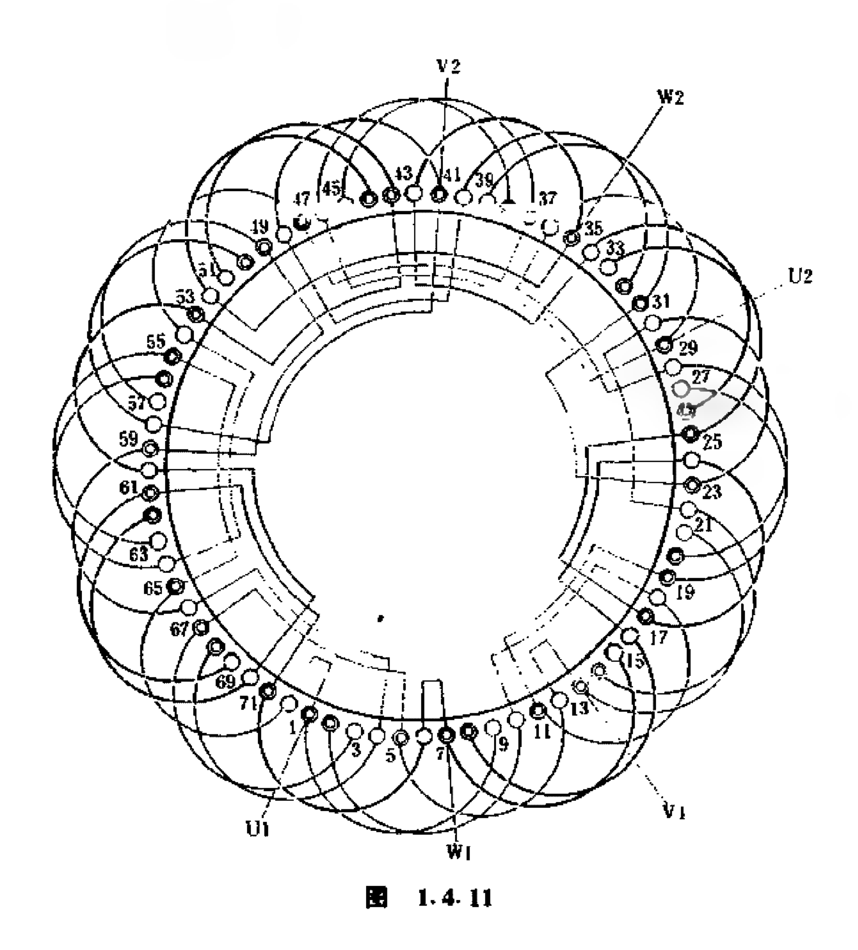


图　1.4.11

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1—9、2—10、11—18$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=24$　每槽电角 $\alpha=10°$

2. 嵌线方法　本例为不等距布线，交叠法嵌线是嵌 2 空 1、嵌 1 空 2，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.4.11　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	2	1	71	68		67		65		62		61		59		56		55		53		50		49
	浮边					4		3		72		70		69		66		64		63		60		58	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	46	48
嵌入槽号	沉边		47		44		43		41		38		37		35		32		31		29		26		25
	浮边	57		54		52		51		48		46		45		42		40		39		36		34	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	沉边		23		20		19		17		14		13		11		8		7		5				
	浮边	33		30		28		27		24		22		21		18		16		15		12	10	9	6

3. 绕组特点与应用　绕组由节距 $Y_D=8$ 的双圈大联组与 $Y_X=7$ 的单圈小联组构成，采用显极布线，每相有 8 组线圈，其中大、小联相等，均为 4 组，大、小联交替轮换安排。每相分两支路反向走线，每支路有 4 组线圈，按“尾与尾”或“头与头”相接，即同相相邻线圈组极性相反。此绕组在国内较少应用，曾见用于 JZR2—41—8 冶金、起重型电动机。

1.4.12 72槽8极单层交叉式绕组布线接线图之二

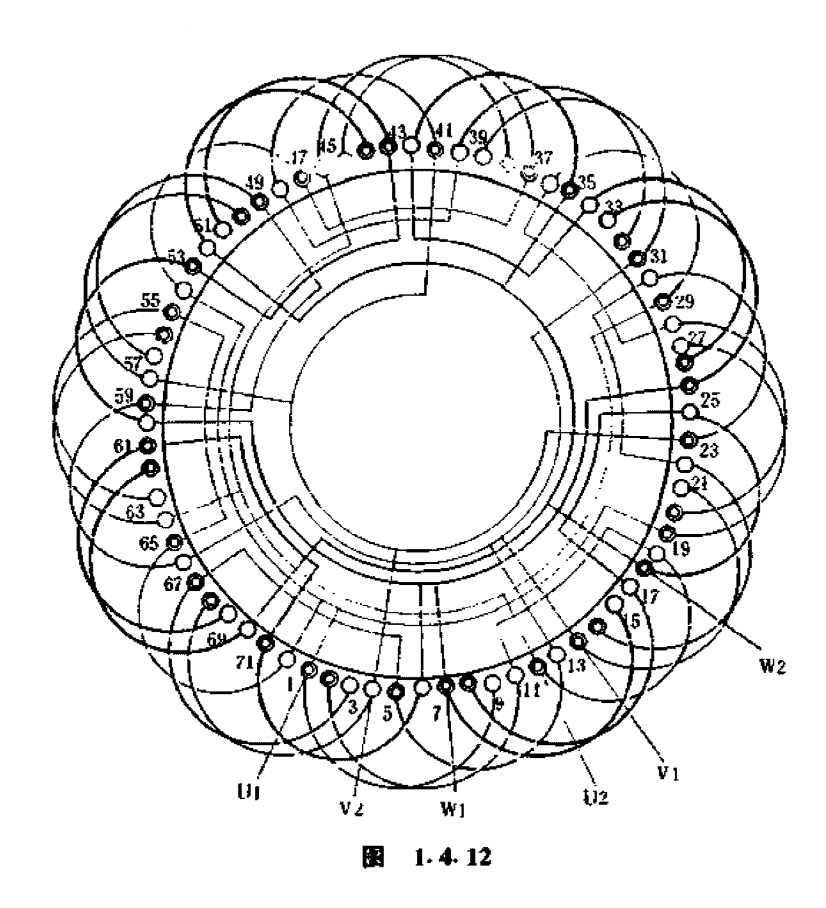


图 1.4.12

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$ 每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$ 并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=3$ 线圈节距 $Y=1—9、2—10、11—18$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=24$ 每槽电角 $\alpha=10°$

2. 嵌线方法 绕组布线与上例相同，嵌线可参考表1.4.11顺序嵌线；若习惯用前进式嵌线工艺者，可依下表进行：

表 1.4.12 交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	9	10	12	15		16		18		21		22		24		27		28
	浮边					7		8		11		13		14		17		19	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边		30		33		34		36		39		40		42		45		46
	浮边	20		23		25		26		29		31		32		35		37	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	沉边		48		51		52		54		57		58		60		63		64
	浮边	38		41		43		44		47		49		50		53		55	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	沉边		66		69		70		72		3		4		6				
	浮边	56		59		61		62		65		67		68		71	1	2	5

注：本例图中单圆表示沉边；双圆表示浮边。

3. 绕组特点与应用 本例采用不等距显极布线，大联组为双圈，小联组是单圈，每相分别由4个大、小联构成，并分4路并联，每支路为一单、双圈组反极性串联，使同相相邻线圈组极性相反。本例主要用于转子绕组，曾见用于JZR2—51—8冶金起重用异步电动机。

1.5 三相单层同心交叉式绕组

单层同心交叉式绕组是具有"回"字形线圈组的"同心"和相邻线圈组元件数不相等的"交叉"的双重特征。它是将交叉式绕组的等距交叠线圈改变端部形式而成,因此它基本上具有单层交叉式绕组的特征,即每组线圈数为带1/2圈的带分数，同属单层布线的分数绕组。

一、绕组参数

总线圈数：每线圈跨占2槽，故绕组总线圈数 $Q=Z/2$

极相槽数：是电动机绕组每极每相所占槽数 $q=Z/2pm$

每组圈数:单层同心交叉式绕组每组线圈(平均)数为分数,故安排为不等圈数的大、小联

大联圈数 $S_d=Q/u+1/2$

小联圈数 $S_x=Q/u-1/2$

线圈组数：显极 $u=2pm$

庶极 $u=pm$

绕组极距：以槽数表示的每极宽度 $\tau=Z/2p$

绕组系数：计算同1.1节。

每槽电角：参考1.1节计算。

绕组最大可能并联支路数 $a_m=u/2$

式中各符号意义见1.1节。

二、绕组特点

1. 单层同心交叉式绕组同时具有同心式和交叉式绕组的特征；

2. 绕组为全距，线圈由节距不等的大小联组成。显极布线时大、小联中最小线圈节距相等；庶极布线则是最大线圈的节距相等；

3. 同心交叉式绕组的同组线圈端部处于同一平面而便于布线；

4. 所有单层交叉式绕组均有可能改变而成为同心交叉式，但由于线圈端部稍长而漏磁增加，且线圈规格增多，故实际应用反比交叉式绕组少。

三、绕组嵌线

绕组嵌线有两种方法,但此绕组是为适应整圈嵌线而设计,线圈组端部无交叉而处于同一平面，故较多采用整嵌法，对庶极绕组采用隔组嵌线,使大、小联端部分别处于两个平面上成为双平面绕组;而显极绕组可逐相分层嵌线构成三平面绕组，或用交叠法嵌线。

四、绕组接线

(1) 显极绕组　相邻线圈组极性相反，即同相相邻组间是"尾与尾"或"头与头"的反向连接。

(2) 庶极绕组　相邻线圈组极性均相同,即接线是顺向连接,如尾端与另一组头端相接。

1.5.1 18槽2极单层同心交叉式绕组布线接线图

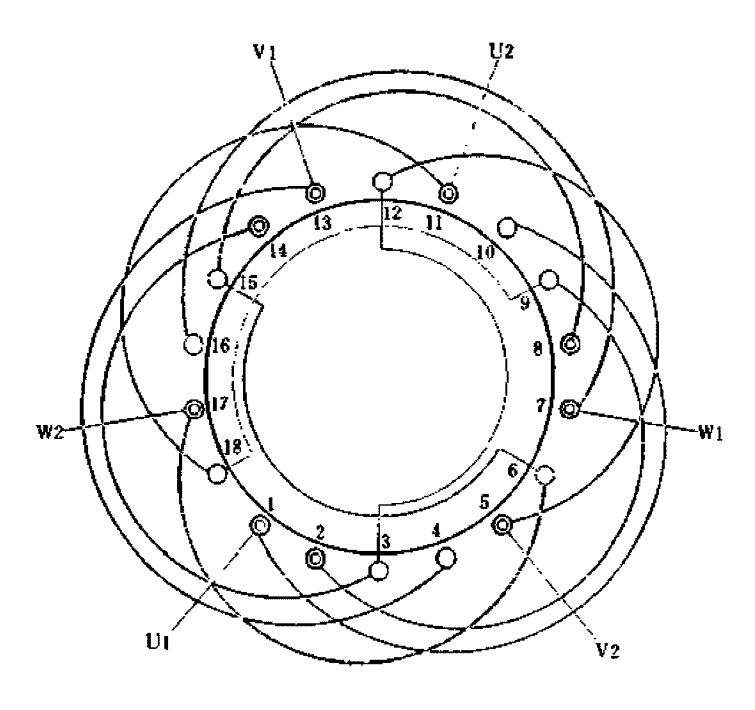


图 1.5.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $Y=1—10、2—9、11—18$

总线圈数 $Q=9$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　本例采用显极布线，可采用两种嵌线方法：

(1) 整嵌法　逐相分层嵌入，使绕组端部形成三平面层次。嵌线顺序见下表(a)

表 1.5.1(a)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	底层	2	9	1	10	11	18												
	中层							8	15	7	16	17	6						
	面层													14	3	13	4	5	12

(2) 交叠法　线圈交叠嵌线是嵌2槽空1槽，嵌1槽空2槽，吊边数为3。由于本绕组的线圈跨距大，对内腔窄小的定子嵌线会感困难。嵌线顺序见下表(b)：

表 1.5.1(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	17	14		13		11		8		7		5				
	浮边					3		4		18		15		16		12	9	10	6

3. 绕组特点与应用　本绕组由交叉式绕组1.4.1演变而来，是同心交叉链的基本形式，常应用于小功率专用电动机，用Y形接法，出线3根。应用实例主要有老系列JW—07A—2三相小功率电动机；JWYB—22、45三相油泵电动机；电钻系列的J3Z—13、19、23、32等三相异步电动机。

1.5.2　18槽4极单层同心交叉式绕组布线接线图

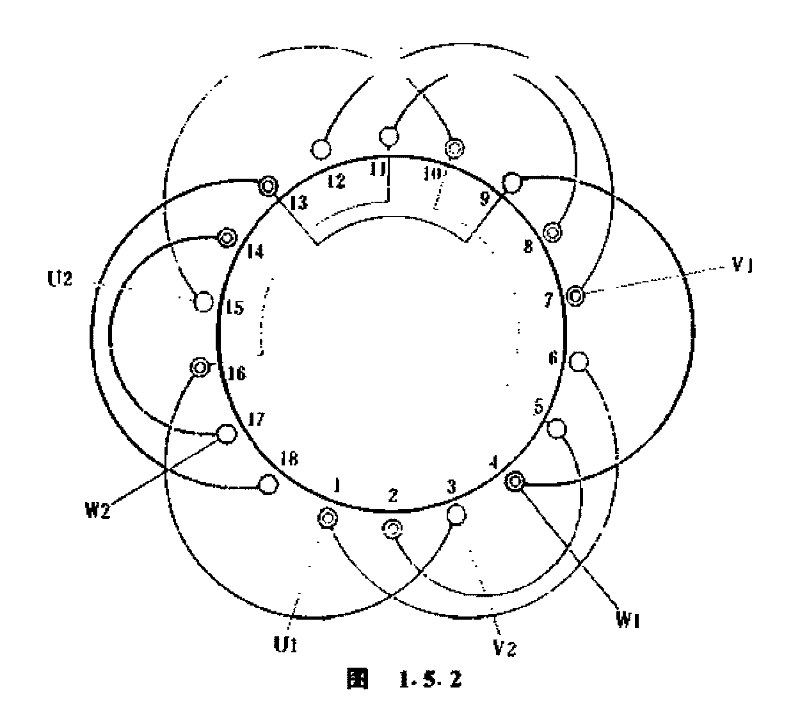


图　1.5.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$　线圈节距 $Y=1—6$、$2—5$、$10—15$

总线圈数 $Q=9$　绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=40°$

2. 嵌线方法　嵌线可用整嵌法或交叠法：

(1) 整嵌法　整圈嵌线是隔组嵌入，即先嵌双圈后嵌单圈，完成后绕组端部形成层次清楚的双平面；嵌线无需吊边，嵌线方便，是本绕组嵌线的首选方法。嵌线顺序见表(a)：

表 1.5.2(a)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	底层	2	5	1	6	14	17	13	18	8	11	7	12						
	面层													4	9	16	3	10	15

(2) 交叠法　嵌线需吊2边，嵌线顺序见表(b)：

表 1.5.2(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	16		14		13		10		8		7		4			
	浮边				3		17		18		15		11		12		9	5	6

3. 绕组特点与应用　本例采用庶极布线，绕组由单、双圈联组成，每相两组是顺向串联，使其极性相同。绕组的线圈组数少，尤其采用整圈嵌线时嵌绕工艺方便省时，是国外电机常用的绕组型式之一，但国内极少使用，仅见于JW－07－4小功率电动机。

1.5.3　30 槽 2 极单层同心交叉式绕组布线接线图

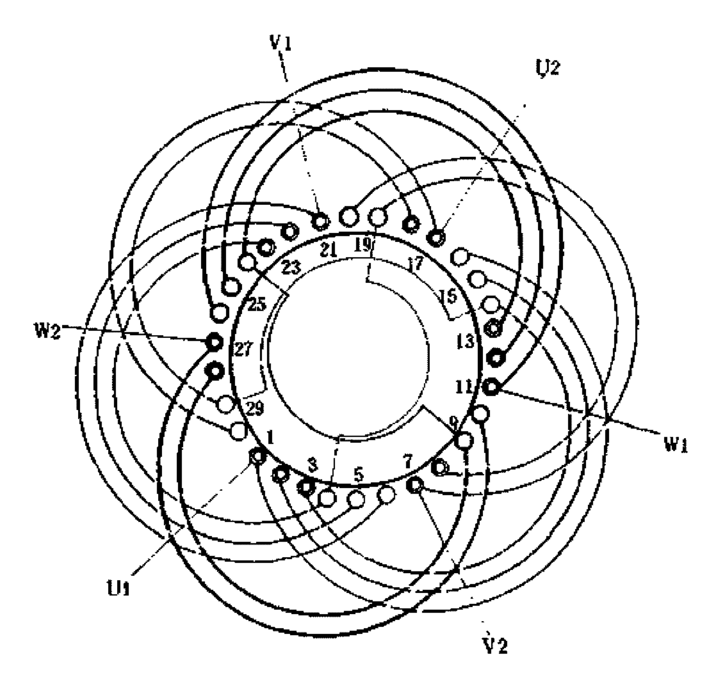


图　1.5.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=30$　每组圈数 $S=2\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=5$　绕组系数 $K_{dp}=0.957$

总线圈数 $Q=15$　绕组极距 $\tau=15$　线圈节距 $Y=1—16、2—15、3—14、17—30、18—29$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=12°$

2. 嵌线方法　　绕组可用两种嵌法，但因线圈跨距大，交叠法嵌线要吊 5 边，给嵌线带来一定难度，故通常只采用整嵌法，即逐相分层嵌线，使端部形成三个层次的平面。嵌线顺序见下表：

表 1.5.3　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
嵌入槽号	底层	3	14	2	15	1	16	18	29	17	30					
	中层											13	24	12	25	11
	面层															
嵌绕次序		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
嵌入槽号	底层															
	中层	26	28	9	27	10										
	面层						23	4	22	5	21	6	8	19	7	20

3. 绕组特点与应用　　本例为 30 槽电机应用较多的绕组形式。绕组由 3 只同心线圈的大联组和 2 只线圈的小联组构成，每相有大、小联各 1 组，因系显极式布线，两组间的接线是反向串联，使其极性相反。主要应用实例有 JO3T—112S—2 老系列电动机；Y—112M—2、Y—132S2—2 新系列电动机和 YLB—132—2 深井电泵电动机等。

1.5.4　36槽4极单层同心交叉式绕组布线接线图

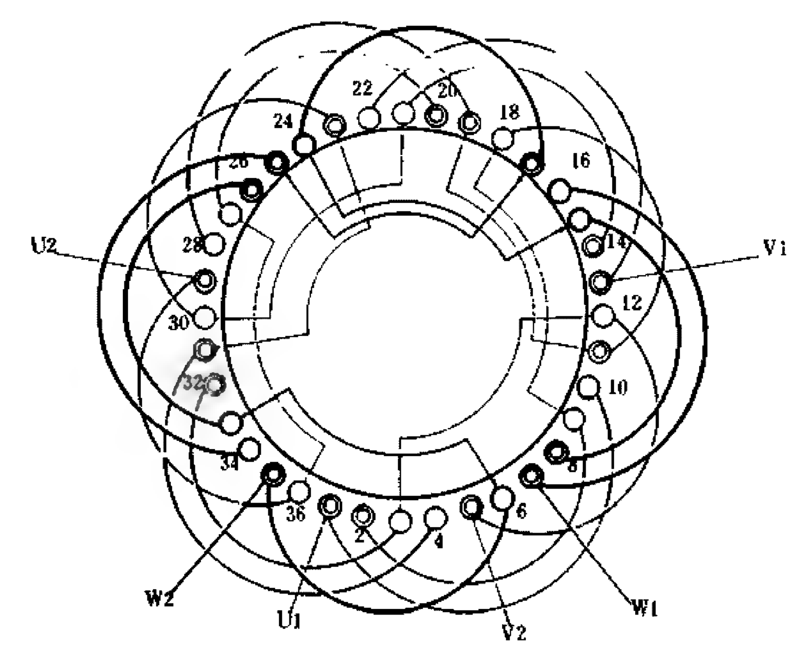


图　1.5.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=9$　线圈节距 $Y=1—10、2—9、11—18$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　本例可用两种方法嵌线

（1）整嵌法　采用逐相整嵌构成三平面绕组。嵌线顺序见下表(a)：

表 1.5.4(a)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	2	9	1	10	29	36	20	27	19	28	11	18
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	中平面	8	15	7	16	35	6	26	33	25	34	17	24
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	上平面	14	21	13	22	5	12	32	3	31	4	23	30

（2）交叠法　　交叠嵌线吊边数 3，嵌线顺序见表(b)：

表 1.5.4(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	2	1	35	32		31		29		26		25		23		20		19
	浮边					3		4		36		33		34		30		27	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边		17		14		13		11		8		7		5				
	浮边	28		24		21		22		18		15		16		12	9	10	6

3. 绕组特点与应用　　绕组由单、双同心圈组成，是由交叉式例1.4.4演变而来的型式，属显极式绕组，同组间接线是反接串联。主要应用实例有 JO2L—32—4 型电动机。

1.5.5 54槽6极单层同心交叉式绕组布线接线图

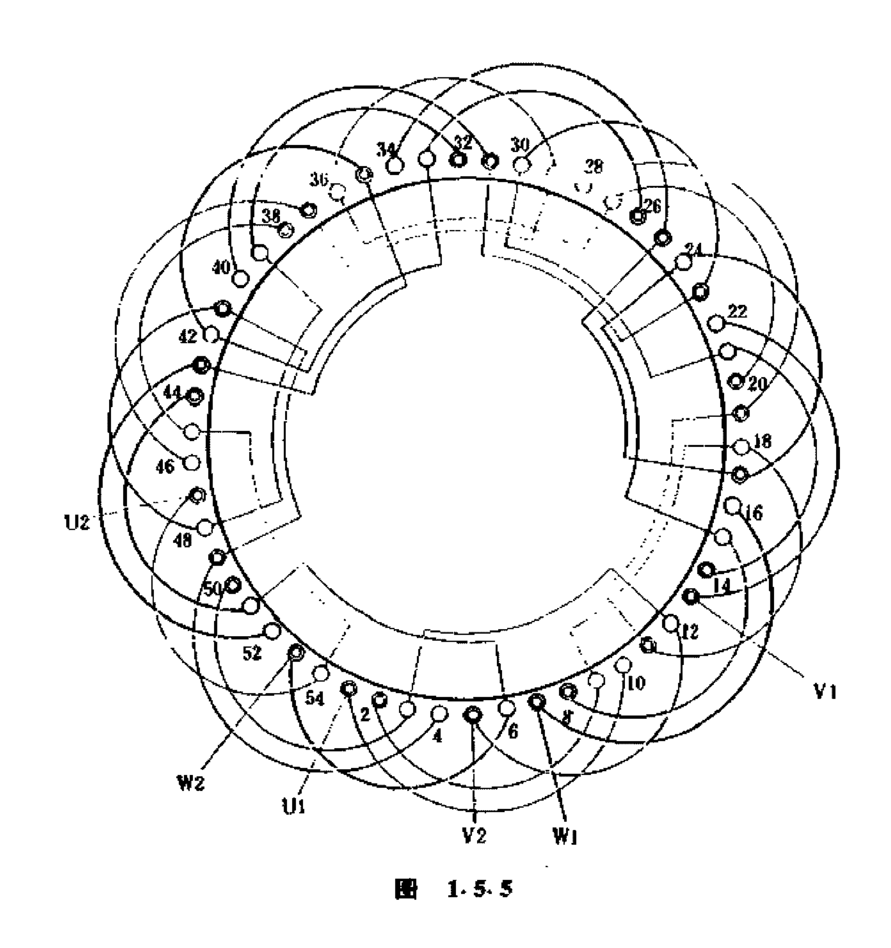


图 1.5.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=3$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

总线圈数 $Q=27$ 绕组极距 $\tau=9$ 线圈节距 $Y=1—10、2—9、11—18$

线圈组数 $u=18$ 每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法 嵌线可用整嵌法或交叠法。整圈嵌线是逐相分层嵌入，形成三平面绕组。嵌线顺序见下表：

表 1.5.5 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	底层	2	9	1	10	47	54	38	45	37	46	29	36	20	27	19	28	11	18
	中层																		
	面层																		

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	底层																		
	中层	8	15	7	16	53	6	44	51	43	52	35	42	26	33	25	34	17	24
	面层																		

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	底层																		
	中层																		
	面层	14	21	13	22	5	12	50	3	49	4	41	48	32	39	31	40	23	30

3. 绕组特点与应用 本例为显极式布线，绕组由单、双同心圈交替轮换；每相由6组单、双圈构成，同相组间接线是反接串联。主要应用实例有JR—115—6绕线式转子。

1.5.6　60 槽 8 极单层同心交叉式绕组布线接线图

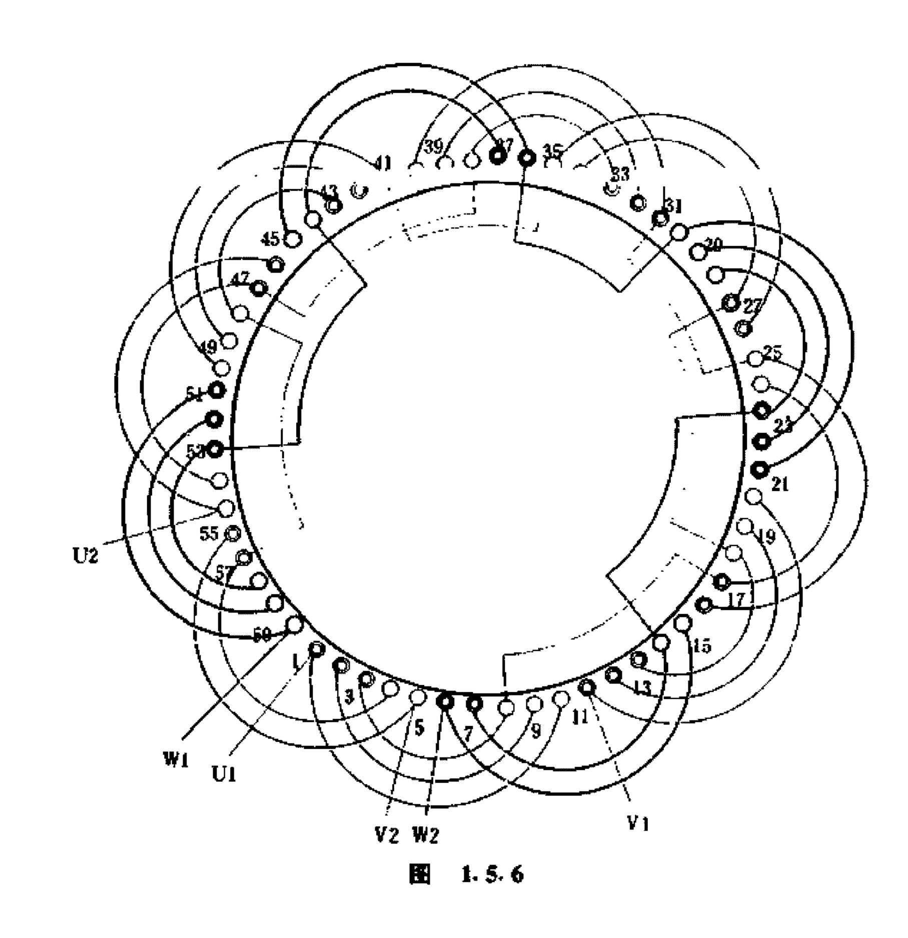


图　1.5.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=60$　每组圈数 $S=2\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$　线圈节距 $Y=1—10、2—9、3—8、16—25、17—24$

总线圈数 $Q=30$　绕组极距 $\tau=7\frac{1}{2}$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=24°$　绕组系数 $K_{dp}=0.957$

2. 嵌线方法　本例为庶极布线，采用隔组嵌入，先嵌三圈联于底，再嵌双圈联于上，构成双平面分置。嵌线顺序见下表：

表 1.5.6　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	底层	3	8	2	9	1	10	53	58	52	59	51	60	43	48	42	49	41	50	33	38
	面层																				
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	底层	32	39	31	40	23	28	22	29	21	30	13	18	12	19	11	20				
	面层																	7	14	6	15
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	底层																				
	面层	57	4	56	5	47	54	46	55	37	44	36	45	27	34	26	35	17	24	16	25

3. 绕组特点与应用　本绕组是庶极布线，大联由 3 只同心圈，小联由 2 只同心圈组成，每相 4 组大小联交替分布，并顺向串联成同极性线圈组。主要用于转子绕组，应用实例有 AK—61/8 型绕线式转子改绕使用。

1.6 三相双层叠式绕组

双层叠式绕组是每槽嵌有上、下层线圈边的绕组，它适用于 10kW 以上的三相异步及同步电机定子，也用于容量不大的绕线式转子，是三相电机应用最为普遍的绕组型式。

一、绕组参数

双层叠绕组基本参数关系如下：

(1) 总线圈数 $Q=Z$

(2) 线圈组数 $u=2pm$

(3) 每组圈数 $S=Q/u$

(4) 绕组极距 $\tau=Z/2p$

(5) 绕组系数 $K_{dp}=K_d\cdot K_p=\dfrac{0.5}{q\sin\left(\dfrac{30^\circ}{q}\right)}\sin\left(90^\circ\dfrac{Y}{\tau}\right)$

式中 Z——槽数；

$2p$——电机极数；

m——电机绕组相数；

K_d——绕组分布系数；

K_p——绕组节距系数；

q——每极每相所占槽数，$q=Z/2pm$；

Y——绕组采用的线圈节距，槽。

二、绕组特点

(1) 每槽嵌有不同线圈的上、下层有效边；同槽上、下层的线圈可以同相，也可以不同相，故必须衬垫层间绝缘；

(2) 线圈可选用短节距，使磁场接近于正弦分布，从而改善电机的运行性能；

(3) 电机常用整数槽绕组，但也有采用分数槽绕组，以减少齿谐波造成的磁场畸变；

(4) 全部线圈元件结构、尺寸相同，便于制造以降低成本，而且端部排列整齐，整形容易；

(5) 双层绕组线圈数较单层多一倍，使嵌绕耗费工时；且槽内存在异相线圈，绝缘工艺较繁。

三、绕组嵌线

绕组采用“吊边”法嵌线，嵌线的一般规律是：先嵌线圈下层边于槽内，另一边吊起暂不嵌入，嵌完一边向后退，顺次嵌至线圈跨距后，其余线圈可逐个整嵌入相应两槽的上、下层；下层边嵌满后，再把原“吊边”嵌入相应槽的上层，直至完成。

四、绕组接线规律

普通电动机采用的双层叠式绕组均为显极式布线，每相线圈组数等于极数。为使绕组形成磁场极对，串联接线的规律是将同相相邻组间的“头与头”或“尾与尾”相接；并联接线规律是同相相邻组的“头与尾”并接。以确保同相相邻线圈组的极性相反。

1.6.1　12槽2极双层叠式绕组布线接线图

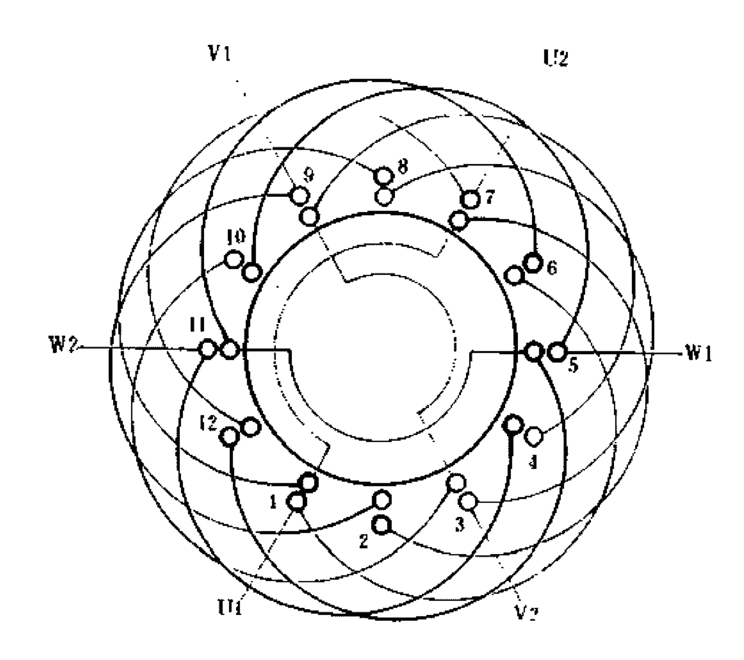


图　1.6.1

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=12$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$

总线圈数　$Q=12$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=6$　线圈节距　$Y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表1.6.1　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	1	12	11	10	9		8		7		6		5		4		3						
	上层							2		1		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3

3. 特点与应用　　12槽铁心是小功率电机，由于线圈跨距大，采用双层嵌线有一定的工艺困难，但缩短节距可改善运行性能，故仍有少量电机采用。主要应用实例有DBC—25小功率电泵电动机和M2L2—950三相电链锯。

1.6.2 12槽4极双层叠式绕组布线接线图之一

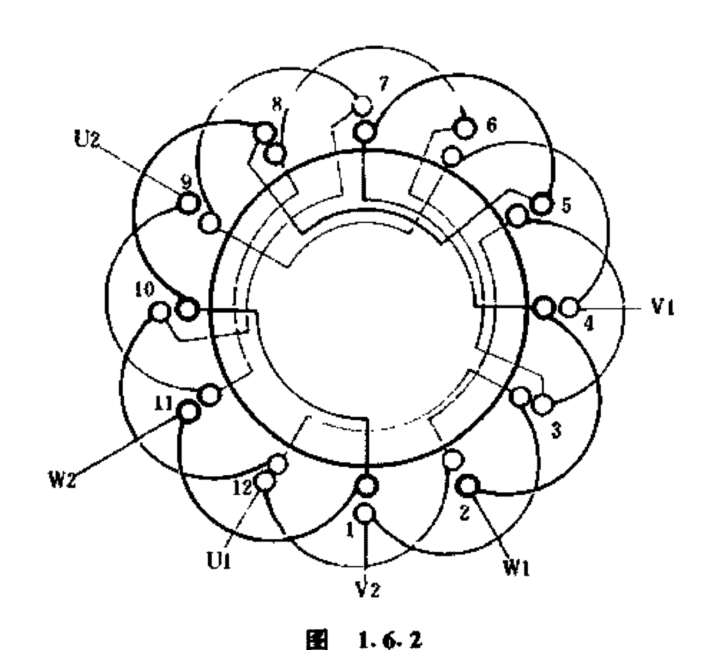


图 1.6.2

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=12$	每组圈数	$S=1$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=1$	分布系数	$K_d=1$
总线圈数	$Q=12$	绕组极距	$\tau=3$	节距系数	$K_p=0.866$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$Y=2$	绕组系数	$K_{dp}=0.866$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 2。嵌线顺序见下有：

表 1.6.2　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	12	11	10		9		8		7		6		5		4		3		2		1			
	上层				12		11		10		9		8		7		6		5		4		3	2	1

3. 特点与应用　　本例绕组采用短节距布线，有利于削减高次谐波成分以提高电机的运行性能；但由于定子槽数少，绕组极距较短，缩短节距后的绕组系数较低。此绕组应用较少，主要实例有 FTA3—5 仪用排风扇。

1.6.3　12槽4极双层叠式绕组布线接线图之二

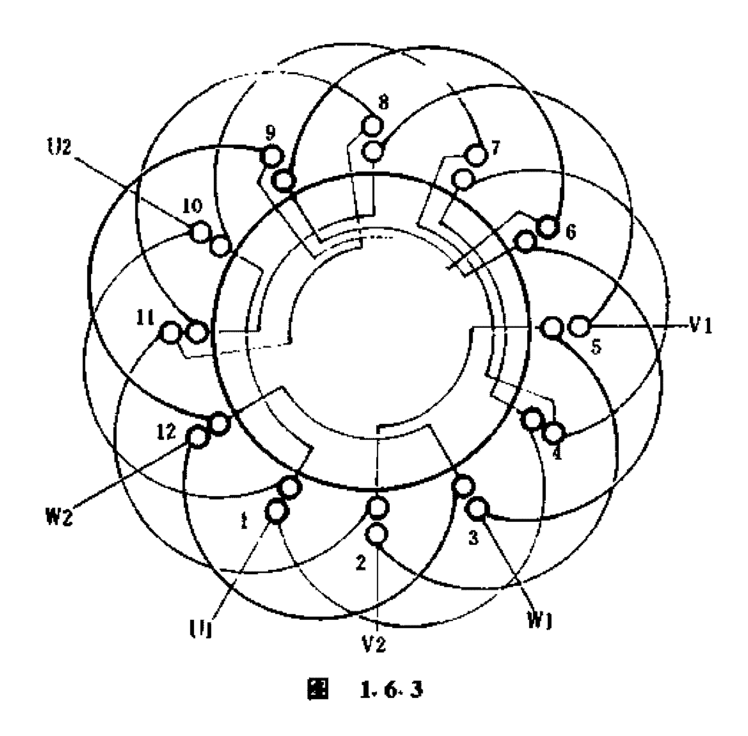


图　1.6.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=12$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=1$　分布系数　$K_d=1.0$

总线圈数　$Q=12$　绕组极距　$\tau=3$　节距系数　$K_p=1.0$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=3$　绕组系数　$K_{dp}=1$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠法嵌线，吊边数为3。嵌线顺序见下表：

表 1.6.3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	12	11	10		9		8		7		6		5		4		3		2				
	上层					1		12		11		10		9		8		7		6		5	4	3	2

3. 特点与应用　　绕组线圈数较少，每组仅有一只线圈，每相由4只线圈按反极性串联构成，一般可采用同相连绕。但由于小功率电机定子内腔小，又采用全距线圈，故嵌线相对困难，一般极少应用。主要应用实例有AO2—4524等。

1.6.4 18 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之一

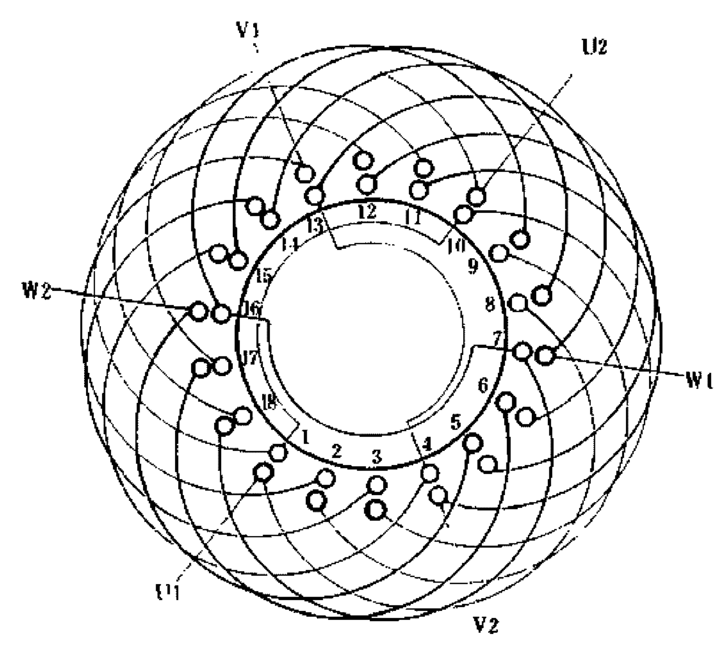


图 1.6.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.94$

线圈组数 $u=6$　线圈节距 $Y=7$　绕组系数 $K_{dp}=0.902$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.4 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	2	1	18	17	16	15	14		13		12		11		10		9
	上层									3		2		1		18		17	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用　本例为整数槽绕组，每组由 3 只线圈构成，两组线圈反向串联为一相；引出线 6 根，但应用于小功率电动机时常将 U2、V2、W2 连接成星点而引出 3 根线。此绕组运行性能优于单层绕组，但嵌线相对较困难。主要应用有 J3Z—49 电钻、JCL012—2 小功率电泵及 JW—06A—2、JW—08B—2 等三相微电机。

1.6.5 18 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之二

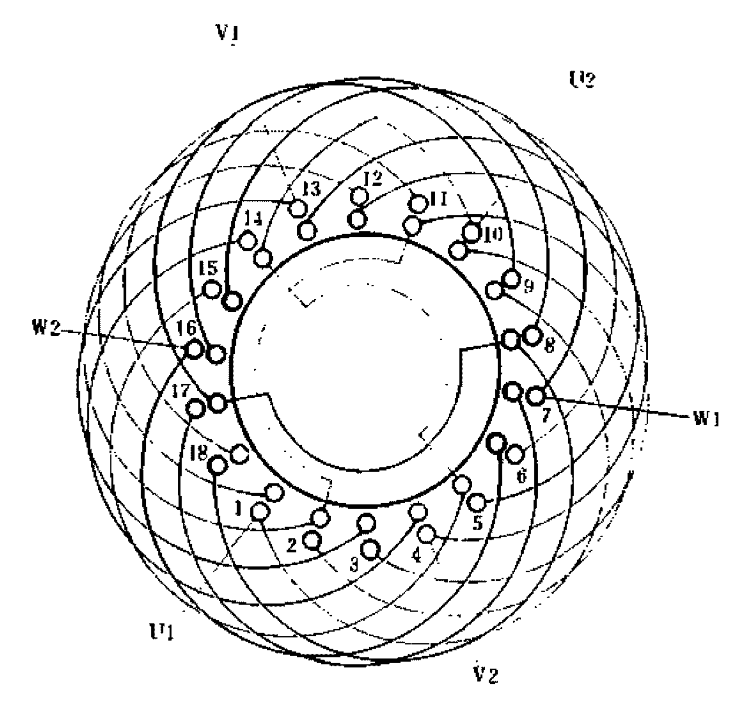


图 1.6.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=18$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=8$ 绕组系数 $K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.5 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	2	1	18	17	16	15	14	13		12		11		10		9	
	上层										3		2		1		18		17

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用　　本例绕组结构特点基本同上例，但选用线圈节距长 1 槽，故绕组系数略高；由于 18 槽定子属小电机，节距增长后对嵌线更感困难，一般较少应用。主要实例有 M3L2—950 电链锯等。

1.6.6 24 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之一

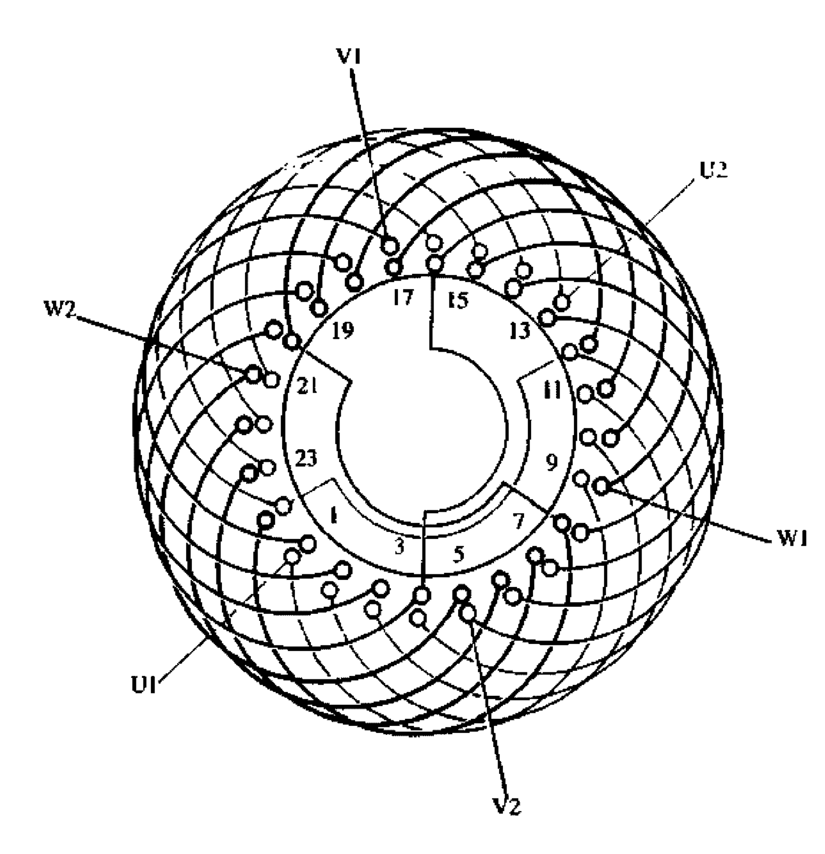


图 1.6.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　每组圈数 $S=4$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=4$　分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=12$　节距系数 $K_p=0.866$

线圈组数 $u=6$　线圈节距 $Y=8$　绕组系数 $K_{dp}=0.83$

2. 嵌线方法　绕组用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.6 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	4	3	2	1	24	23	22	21	20		19		18		17		16		15		14		13	
	上层										4		3		2		1		24		23		22		21

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	12		11		10		9		8		7		6		5									
	上层		20		19		18		17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5

3. 特点与应用　本例绕组属正常节距中最短的一种，极面拓宽到 8 槽，有利于电动机平稳运行，并使嵌线难度减到最小；但绕组系数低，铁心利用率降低。主要应用实例有三相异步电动机 AO2—32—2、AOC2—32—2 等。

1.6.7 24槽2极双层叠式绕组布线接线图之二

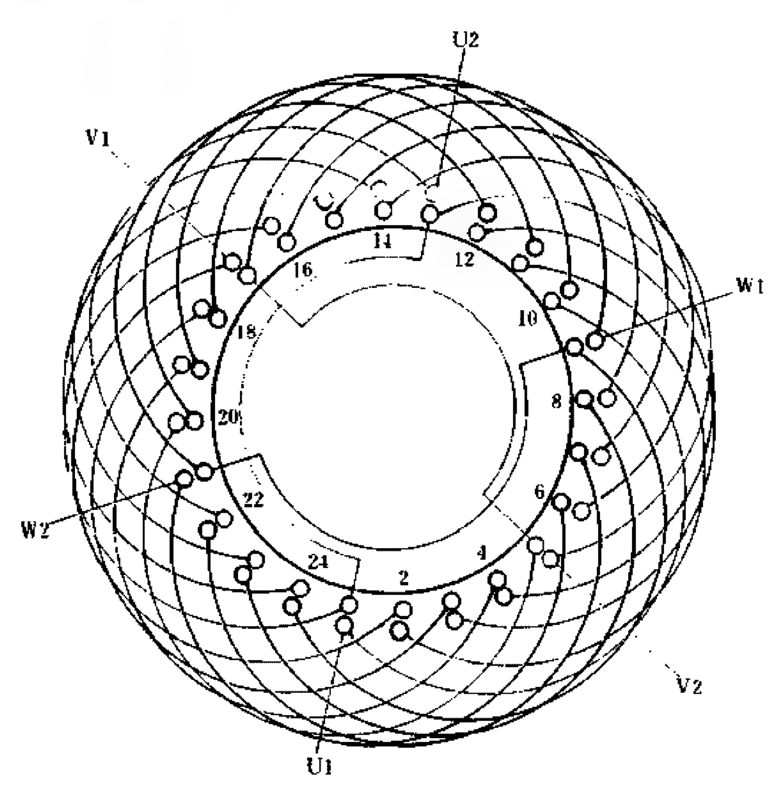


图 1.6.7

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.924$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.885$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 1.6.7 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15		14		13		12		11		10		9		8
	上层											24		23		22		21		20		19		18	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1										
	上层	17		16		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例绕组每相由 2 组组成，每组有 4 只线圈，线圈节距比极距减少 3 槽；每相只有 2 槽是同相线圈，其余均为异相槽。绕组节距较短，使嵌线的相对难度减少。主要应用实例有 JO4—71、J—61 及原(苏)AO2—41—2、AO2—41—2—X 等三相异步电动机。

1.6.8 24 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之三

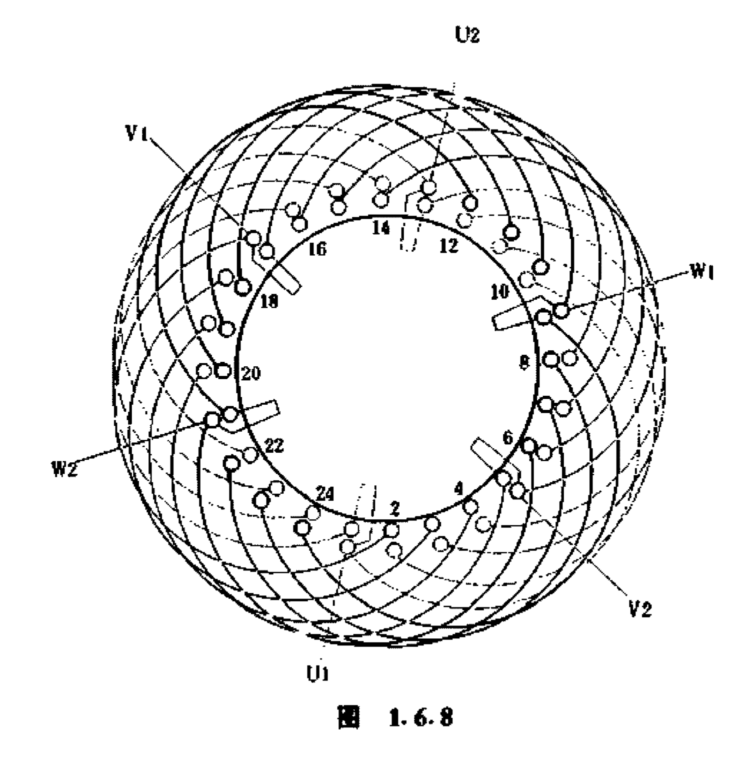


图 1.6.8

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.924$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.885$

2. 嵌线方法 采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 1.6.8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	4	3	2	1	24	23	22	21	20	19		18		17		16		15
	上层											4		3		2		1	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		14		13		12		11		10		9		8		7		6
	上层	24		23		22		21		20		19		18		17		16	

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		5																
	上层	15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5						

3. 特点与应用 本例绕组特点基本同上例，但采用二路并联，接线时要确保同相两组线圈极性相反，应如图所示将每相中的同相槽的两个不同极性(即分别为两线圈组的“头”和“尾”)的线头并接后引出。故其接线显得十分简便。主要应用实例有 JO—63—2、原(苏)AOC2—51—2 等三相异步电动机。

1.6.9 24 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之四

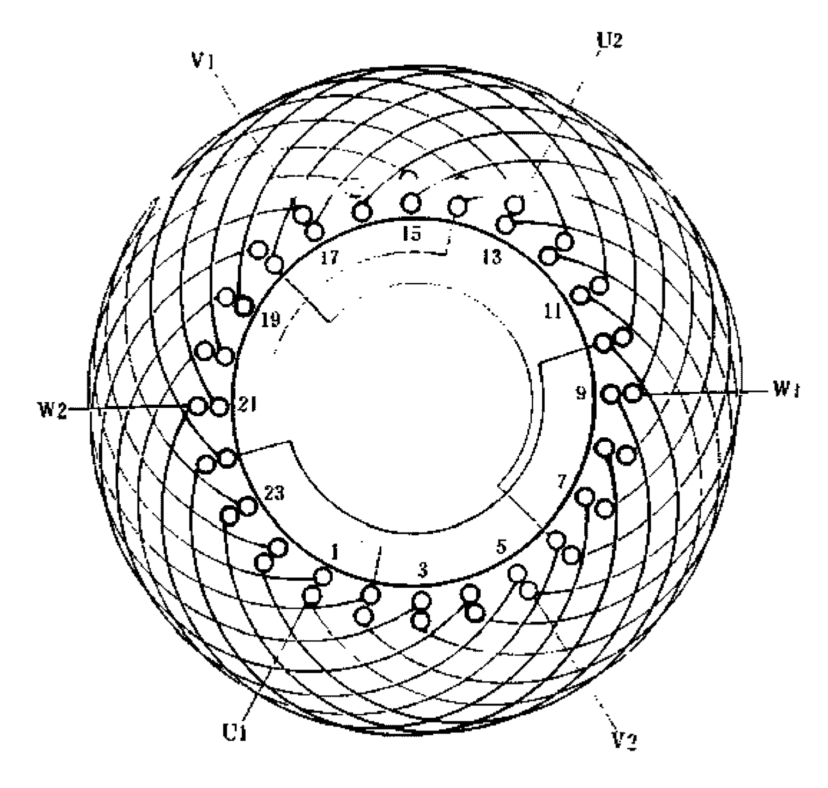


图 1.6.9

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.985$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=10$ 绕组系数 $K_{dp}=0.925$

2. 嵌线方法 本例采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序如下表：

表 1.6.9 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14		13		12		11		10		9		8	
	上层												24		23		22		21		20		19		18

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1											
	上层		17		16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用 本例绕组的线圈节距较上例增加 1 槽，每相上、下层边同相同槽增加到 4 个，即使极面缩窄至 6 槽，绕组系数略有提高。主要应用实例有 J—52—2 三相异步电动机及 CJB—45 小功率电泵电动机等。

1.6.10　24 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之五

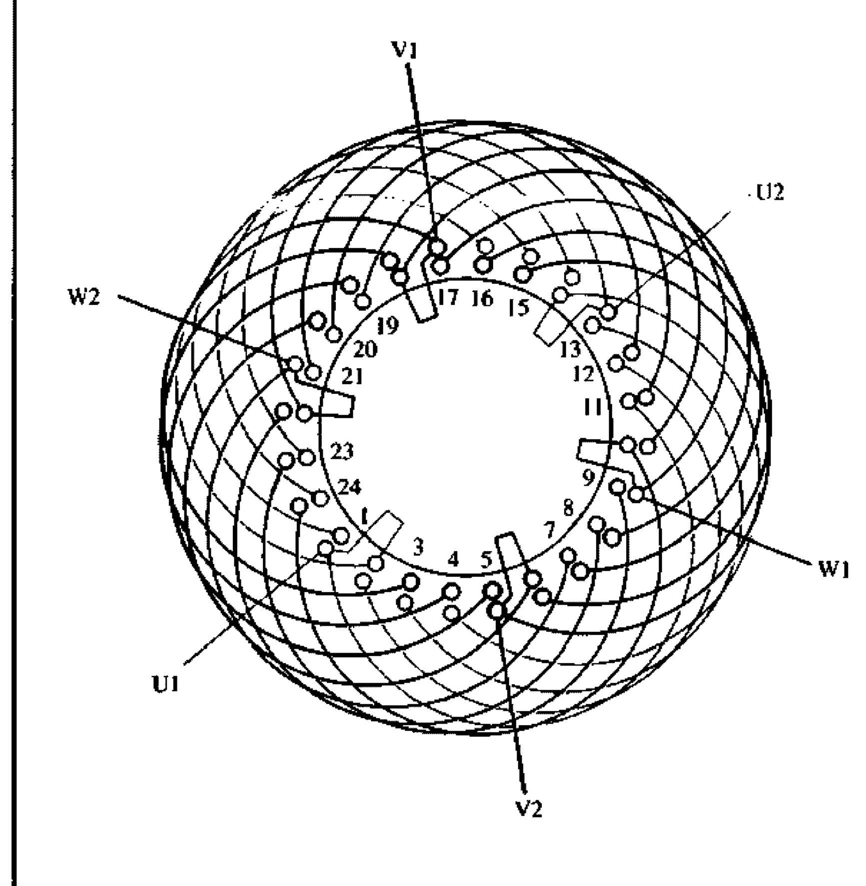


图　1.6.10

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=24$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=6$　线圈节距　$Y=10$　绕组系数　$K_{dp}=0.925$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

表 1.6.10　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	4	3	2	1	24	23	22	21	20	19	18		17		16	
	上层												4		3		2
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层	15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层		1		24		23		22		21		20		19		18
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	7		6		5											
	上层		17		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

3. 特点与应用　　本例绕组布线特点与上例相同，但采用二路并联，要求每相两组线圈极性相反，故接线应使同相两组线圈的首、尾并接。此绕组应用较少，仅见于国产三相异步电动机 J03—160S—2TH 等。

1.6.11 24 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图之一

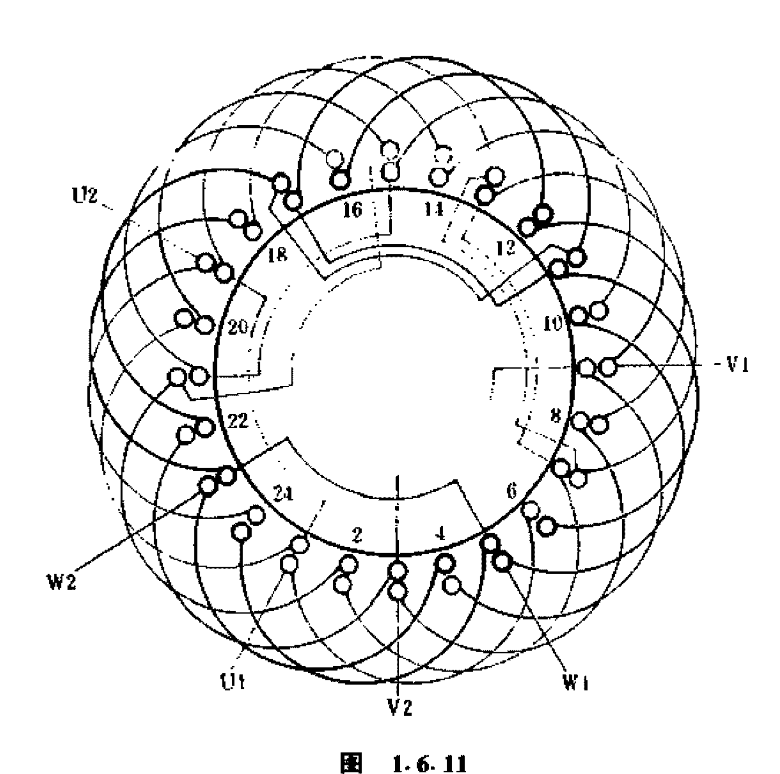


图 1.6.11

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=2$ 分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=6$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=5$ 绕组系数 $K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法 绕组嵌线采用交叠法，需吊边 5 个，嵌线顺序见下表：

表 1.6.11 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	24	23	22	21	20	19		18		17		16		15		14		13		12		11		10
	上层							24		23		22		21		20		19		18		17		16	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		9		8		7		6		5		4		3		2		1						
	上层	15		14		13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用 本例为节距缩短 1 槽的短距绕组。每相由 4 个双联线圈组构成，采用一路串联，故同相相邻线圈组间极性要相反，即接线时组间要求“尾与尾”或“头与头”相接。此绕组是双层叠绕 4 极绕组最常用布接线的基本型式。主要应用实例有 JO—21—4 定子绕组、YR—132M1 转子绕组等。

1.6.12　24槽4极双层叠式绕组布线接线图之二

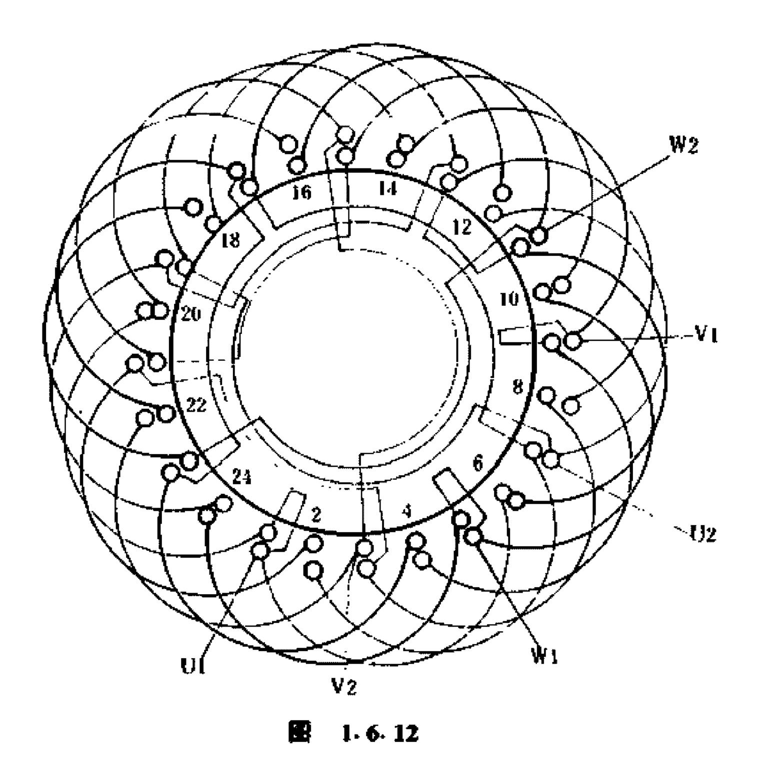


图　1.6.12

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$

总线圈数　$Q=24$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序如下表：

表 1.6.12　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	2	1	24	23	22	21		20		19		18		17		16
	上层							2		1		24		23		22	
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8
	上层	21		20		19		18		17		16		15		14	
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		7		6		5		4		3						
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3

3. 特点与应用　　绕组布线同上例，但接线为二路并联，并采用反向走线短跳连接，即进线后分左、右两路接线，每路由两组线圈反极性串联而成，但必须保持同相相邻线圈极性相反的原则。此绕组主要应用于转子，实例有三相绕线型电动机 YR—160L—4 的转子绕组。

1.6.13 27 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图

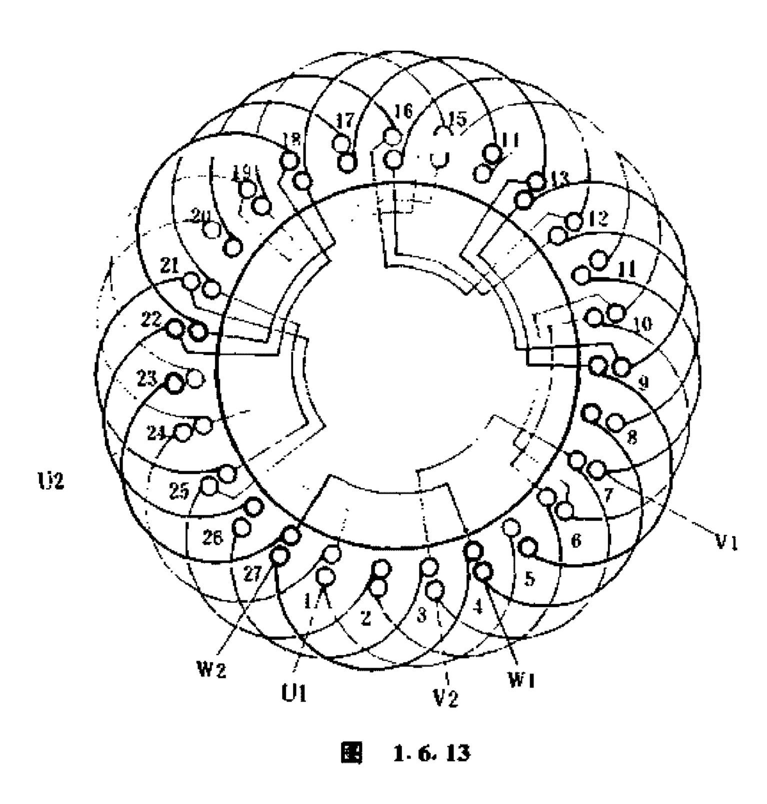


图 1.6.13

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=27$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$　分布系数 $K_d=0.97$

总线圈数 $Q=27$　绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=18$　线圈节距 $Y=4$　绕组系数 $K_{dp}=0.955$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 4。嵌线时应注意单、双联交替进行。嵌线顺序见下表：

表 1.6.13 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
嵌入槽号	下层	27	26	25	24	23		22		21		20		19		18		17		16		15		14		13		12
	上层						27		26		25		24		23		22		21		20		19		18		17	

嵌绕次序		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		11		10		9		8		7		6		5		4		3		2		1					
	上层	16		15		14		13		12		11		10		9		8		7		6		5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例绕组每极每相占槽为分数，每组线圈数是 1½ 而构成分数绕组方案。分组时应将其½圈归并成 2 圈（大联组）和单圈（小联组），即绕组分布的循环规律为 2 1 2 1 2 1。所以，每相绕组分别由 6 个大、小联组交替串联；接线仍保持同相相邻组间极性相反。主要应用实例有 JO3—802—6、原（苏）AOK2—42—6 三相异步电动机及 FTA8 三相排风扇等。

1.6.14 30 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之一

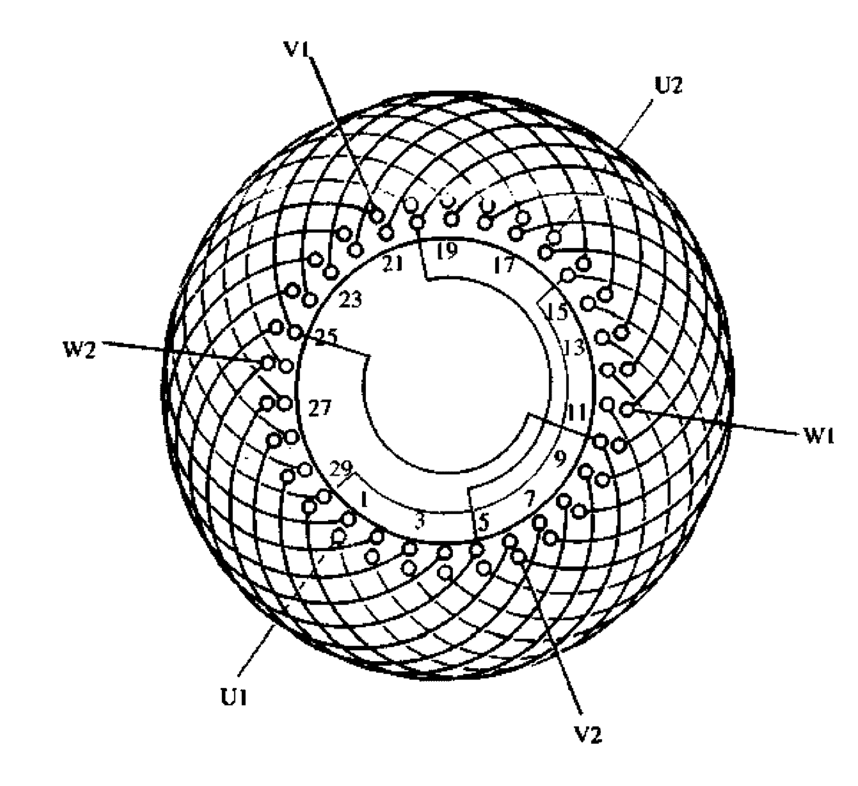


图 1.6.14

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=30$ 每组圈数 $S=5$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=5$ 分布系数 $K_d=0.957$

总线圈数 $Q=30$ 绕组极距 $\tau=15$ 节距系数 $K_p=0.866$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=10$ 绕组系数 $K_{dp}=0.83$

2. 嵌线方法 采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

表 1.6.14 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20		19		18		17		16	
	上层												30		29		28		27		26

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层	15		14		13		12		11		10		9		8		7		6	
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16

嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	下层	5		4		3		2		1											
	上层		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用 本例为 30 槽定子，一般只应用于 2 极电机。每相由两组线圈反向串联而成；每组由 5 只线圈顺向串联为五联组。本例为连续相带分布中采用的最小节距，在一定程度上减少了嵌线的困难。主要应用实例有 JO2—62—2 等。

1.6.15　30槽2极双层叠式绕组布线接线图之二

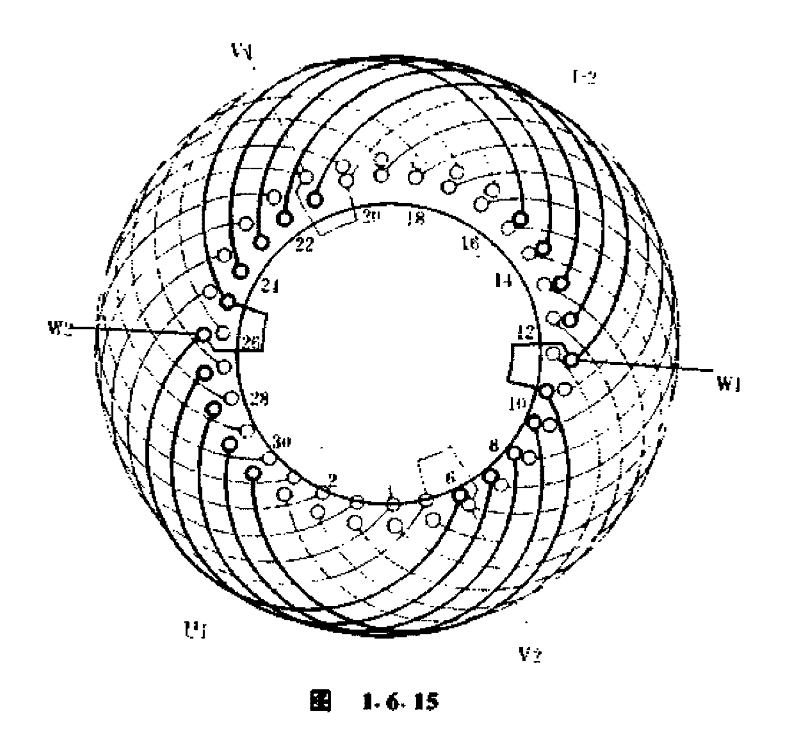


图　1.6.15

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=30$　每组圈数　$S=5$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=5$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=30$　绕组极距　$\tau=15$　节距系数　$K_p=0.866$

线圈组数　$u=6$　线圈节距　$Y=10$　绕组系数　$K_{dp}=0.83$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见下表：

表1.6.15　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	5	4	3	2	1	30	29	28	27	26	25		24		23		22	
	上层												5		4		3		2

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	21		20		19		18		17		16		15		14		13	
	上层		1		30		29		28		27		26		25		24		23

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	12		11		10		9		8		7		6					
	上层		22		21		20		19		18		17		16	15	14	13	12

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层																		
	上层	11	10	9	8	7	6												

3. 特点与应用　　绕组特点与上例相同，但接线改为二路并联，每相两组线圈为反极性连接，即两组头与尾并接后引出端线。主要应用实例有JO2L—61—2等。

1.6.16　30槽2极双层叠式绕组布线接线图之三

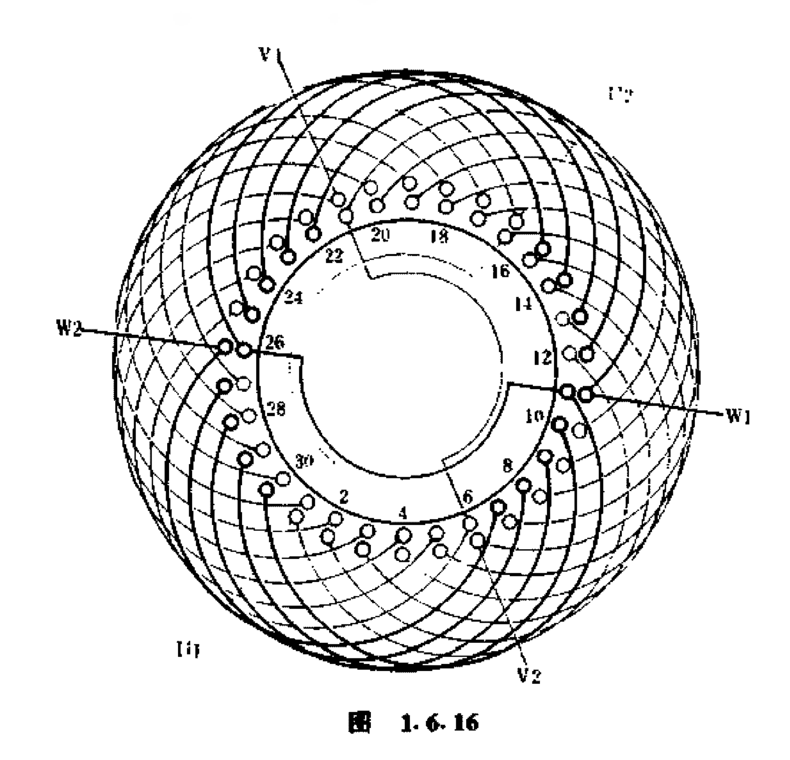


图　1.6.16

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=30$　每组圈数　$S=5$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=5$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=30$　绕组极距　$\tau=15$　节距系数　$K_p=0.914$

线圈组数　$u=6$　线圈节距　$Y=11$　绕组系数　$K_{dp}=0.875$

2. 嵌线方法　　嵌线采用交叠法，吊边数为11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.16　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19		18		17		16		15
	上层													30		29		28		27	

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层		14		13		12		11		10		9		8		7		6		5
	上层	26		25		24		23		22		21		20		19		18		17	

嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	下层		4		3		2		1												
	上层	16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　绕组特点基本同1.6.14，但节距增加1槽，每相有2个上下层同相槽，绕组系数略有提高，但嵌线却增加了困难。主要应用实例有JO4—72—2等。

1.6.17 30槽2极双层叠式绕组布线接线图之四

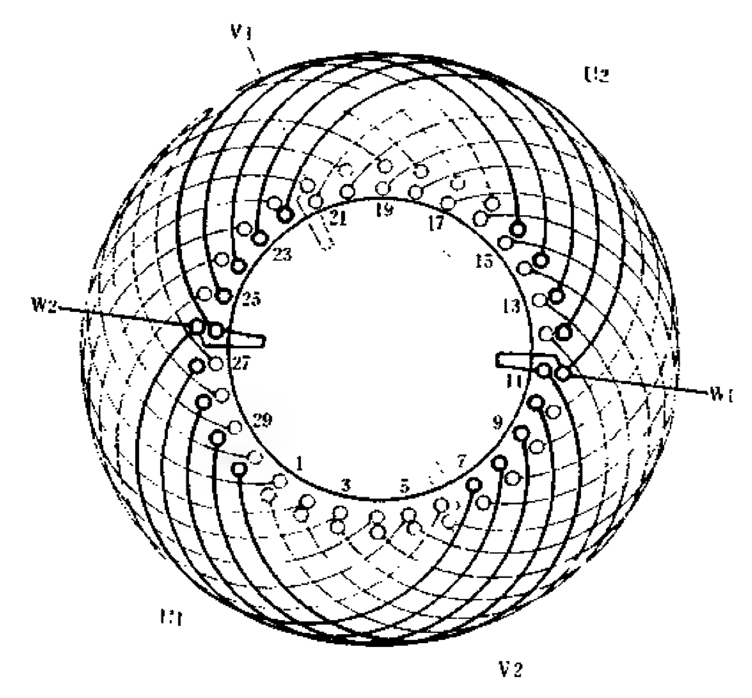


图 1.6.17

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=30$ 每组圈数 $S=5$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=5$ 分布系数 $K_d=0.957$

总线圈数 $Q=30$ 绕组极距 $\tau=15$ 节距系数 $K_p=0.914$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=11$ 绕组系数 $K_{dp}=0.875$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.17 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	5	4	3	2	1	30	29	28	27	26	25	24		23		22		21		20
	上层													5		4		3		2	

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10
	上层	1		30		29		28		27		26		25		24		23		22	

嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	下层		9		8		7		6												
	上层	21		20		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

3. 特点与应用　绕组特点基本同1.6.15，但采用二路并联。接线时要求同相两组线圈极性相反，故可将同相同槽上下层线圈的线头并接并抽出引线，如图所示。主要应用实例有三相异步电动机JO4—73—2及防爆电动机BJO2—61—2等。

1.6.18　36 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之一

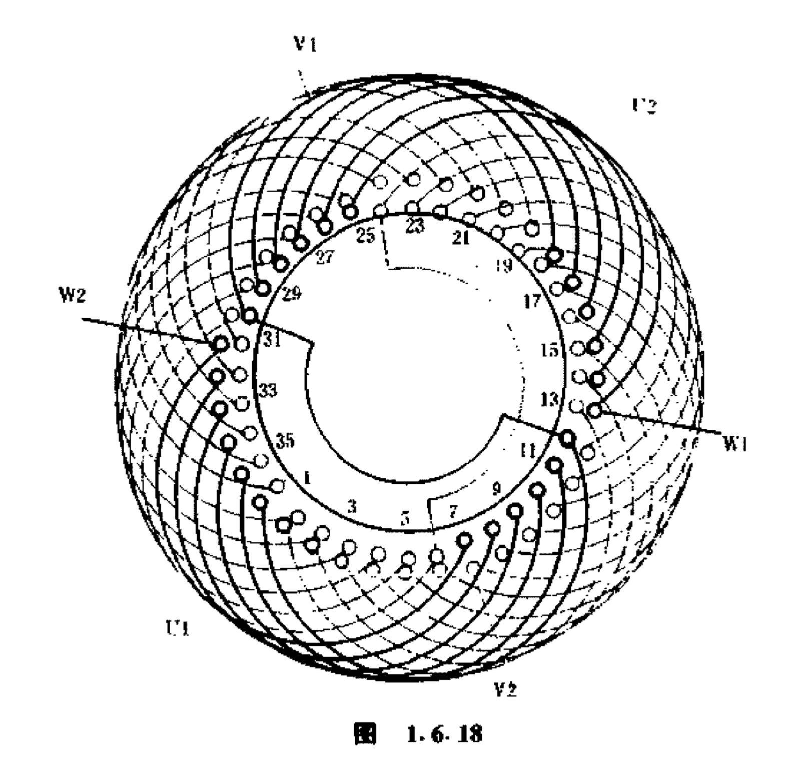


图　1.6.18

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=6$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=6$　分布系数　$K_d=0.956$

总线圈数　$Q=36$　绕组极距　$\tau=18$　节距系数　$K_p=0.866$

线圈组数　$u=6$　线圈节距　$Y=12$　绕组系数　$K_{dp}=0.828$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 12。嵌线顺序见下表：

表 1.6.18　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24		23		22	
	上层														36		35		34
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	21		20		19		18		17		16		15		14		13	
	上层		33		32		31		30		29		28		27		26		25
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	12		11		10		9		8		7		6		5		4	
	上层		24		23		22		21		20		19		18		17		16
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	3		2		1													
	上层		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　绕组采用连续相带的最短节距，使 2 极电动机极面拓宽到 12 槽，有利于降低运行噪声和平稳运行。主要应用有 J2—61—2、JO—72—2 等。

1.6.19 36 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之二

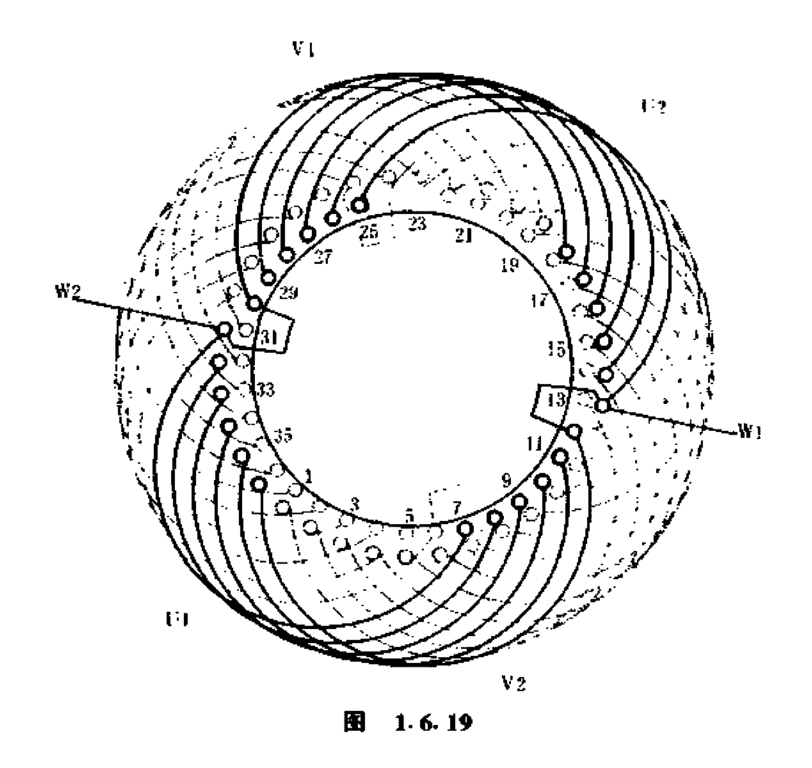


图 1.6.19

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=6$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=6$ 分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=18$ 节距系数 $K_p=0.866$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=12$ 绕组系数 $K_{dp}=0.828$

2. 嵌线方法 本例为交叠嵌线法，吊边数为 12。嵌线顺序见下表：

表 1.6.19 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	6	5	4	3	2	1	36	35	34	33	32	31	30		29		28	
	上层														6		5		4
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	27		26		25		24		23		22		21		20		19	
	上层		3		2		1		36		35		34		33		32		31
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	18		17		16		15		14		13		12		11		10	
	上层		30		29		28		27		26		25		24		23		22
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	9		8		7													
	上层		21		20		19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

3. 特点与应用 特点基本同上例，但采用二路并联，接线时可将同相两组头与尾并接后引出线。主要应用实例有三相异步电动机 J2—81—2、JO2L—71—2、JO2—82—2 等。

1.6.20 36槽2极双层叠式绕组布线接线图之三

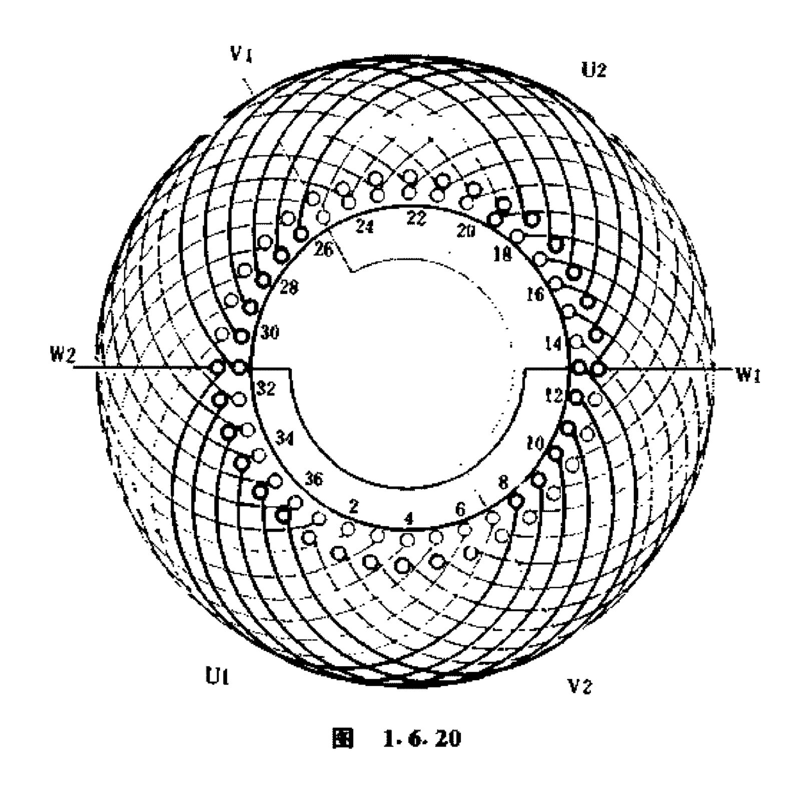


图 1.6.20

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=6$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=6$ 分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=18$ 节距系数 $K_p=0.906$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=13$ 绕组系数 $K_{dp}=0.866$

2. 嵌线方法　采用交叠嵌线法，嵌线需吊边13个，嵌线顺序见下表：

表 1.6.20 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23		22		21
	上层															36		35	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		20		19		18		17		16		15		14		13		12
	上层	34		33		32		31		30		29		28		27		26	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		11		10		9		8		7		6		5		4		3
	上层	25		24		23		22		21		20		19		18		17	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		2		1														
	上层	16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　绕组特点基本同1.6.18，但线圈节距增加1槽，绕组系数略有提高。主要应用实例有Y—180M—2等。

1.6.21 36槽2极双层叠式绕组布线接线图之四

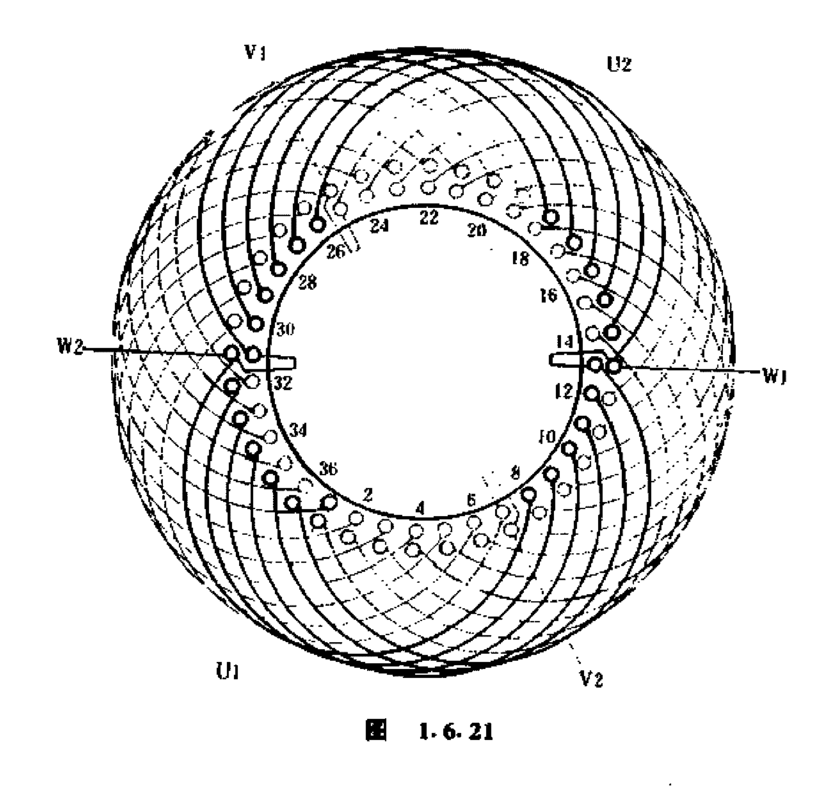


图 1.6.21

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=6$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=6$ 分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=18$ 节距系数 $K_p=0.906$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=13$ 绕组系数 $K_{dp}=0.866$

2. 嵌线方法 绕组采用交叠法嵌线，吊边数为13。嵌线次序如下表：

表 1.6.21 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	6	5	4	3	2	1	36	35	34	33	32	31	30	29		28		27
	上层															6		5	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		26		25		24		23		22		21		20		19		18
	上层	4		3		2		1		36		35		34		33		32	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		17		16		15		14		13		12		11		10		9
	上层	31		30		29		28		27		26		25		24		23	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		8		7														
	上层	22		21		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

3. 特点与应用 本例特点同上例，但采用二路并联接线，要求同相相邻两线圈组反极性，故将上下层边同相同槽的两线圈线头并接引出，如图所示。主要应用实例有Y250M—2、铝绕组电动机JO2L—61—2及高效率电动机YX—200L1—2等。

1.6.22 36槽4极双层叠式绕组布线接线图之一

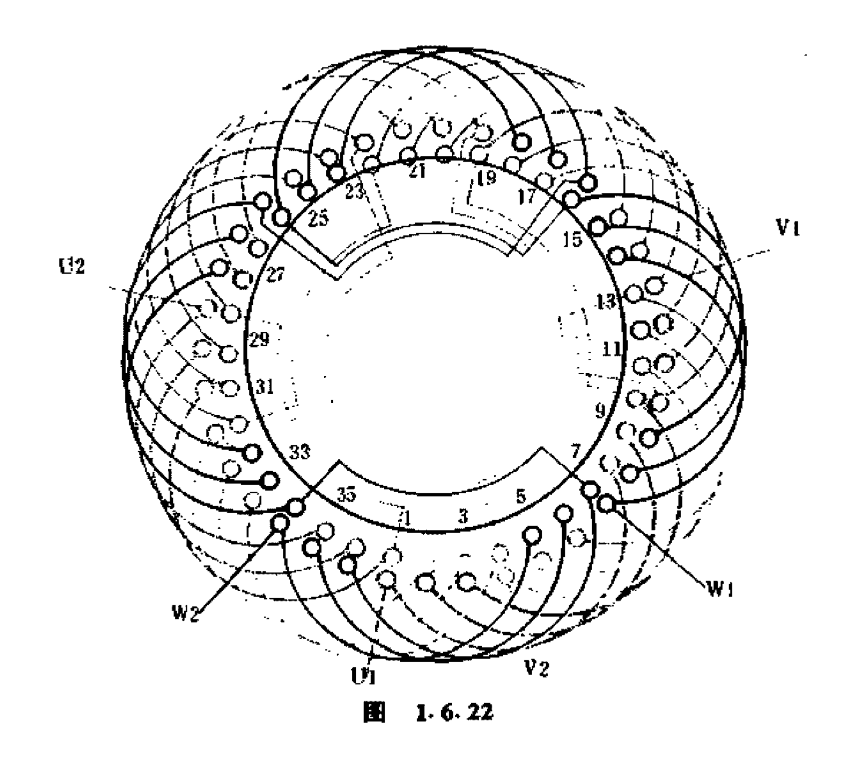


图 1.6.22

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.94$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=7$ 绕组系数 $K_{dp}=0.902$

2. 嵌线方法 采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序如下表：

表 1.6.22 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29		28		27		26		25		24
	上层									36		35		34		33		32	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		23		22		21		20		19		18		17		16		15
	上层	31		30		29		28		27		26		25		24		23	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		14		13		12		11		10		9		8		7		6
	上层	22		21		20		19		18		17		16		15		14	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用 此系4极电动机常用的典型绕组方案。绕组结构特点参考下列。主要应用实例有JO2—62—4异步电动机、AX—320(AT—320)、AX1—500(AB—500)、ZHJ—300等直流弧焊机拖动用三相异步电动机。

1.6.23　36 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图之二

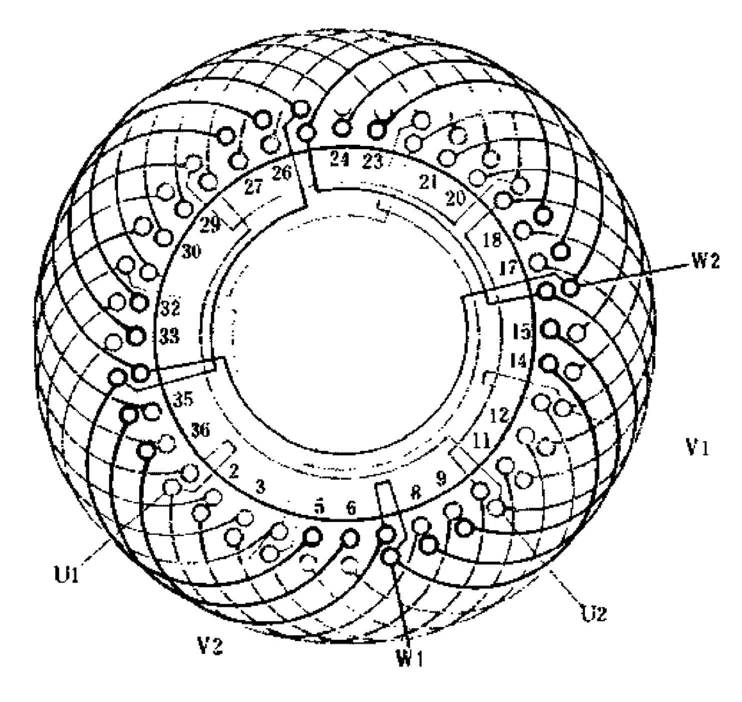


图　1.6.23

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=3$　分布系数　$K_d=0.96$

总线圈数　$Q=36$　绕组极距　$\tau=9$　节距系数　$K_p=0.94$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=7$　绕组系数　$K_{dp}=0.902$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.23　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29		28		27		26		25		24
	上层									36		35		34		33		32	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		23		22		21		……		9		8		7		6
	上层	31		30		29		28	……	17		16		15		14	

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例是 4 极电动机最常用的绕组型式之一。每组有 3 只线圈，每相由 4 组线圈分两路并联而成，每一支路由两线圈组反极性短跳串联接线。主要应用实例有三相异步电动机 J2—62—4、JO2—61—4 及直流弧焊机 AX1—500(AB—500)的拖动用交流电动机。

1.6.24　36槽4极双层叠式绕组布线接线图之三

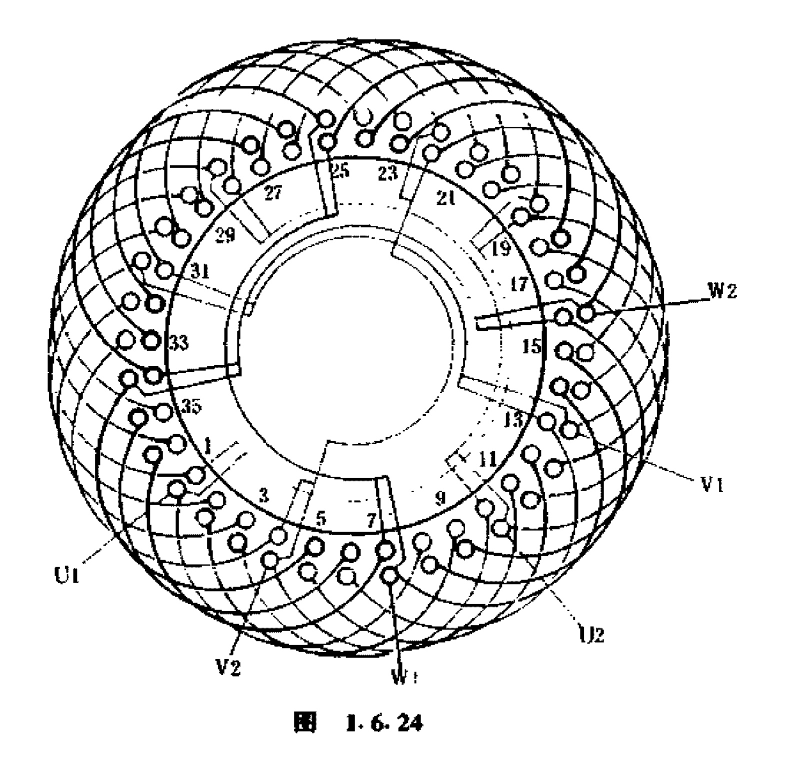


图　1.6.24

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=4$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=3$　分布系数　$K_d=0.96$

总线圈数　$Q=36$　绕组极距　$\tau=9$　节距系数　$K_p=0.94$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=7$　绕组系数　$K_{dp}=0.902$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.24　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	36	35	34	33	32		31		30		29		28		27
	上层									3		2		1		36		35	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		26		25		24		……				12		11		10		9
	上层	34		33		32		31	……			20		19		18		17	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用　　本例布线同上例，但采用四路并联。接线时可把每相绕组同相槽中的上下层线圈边引线分别并联，然后隔组（对面）将两组再分别并联；最后引出一相绕组头、尾出线，如图所示。主要应用实例有同步发电机 T2—200L—4 及 JO—73—4 等。

1.6.25 36槽4极双层叠式绕组布线接线图之四

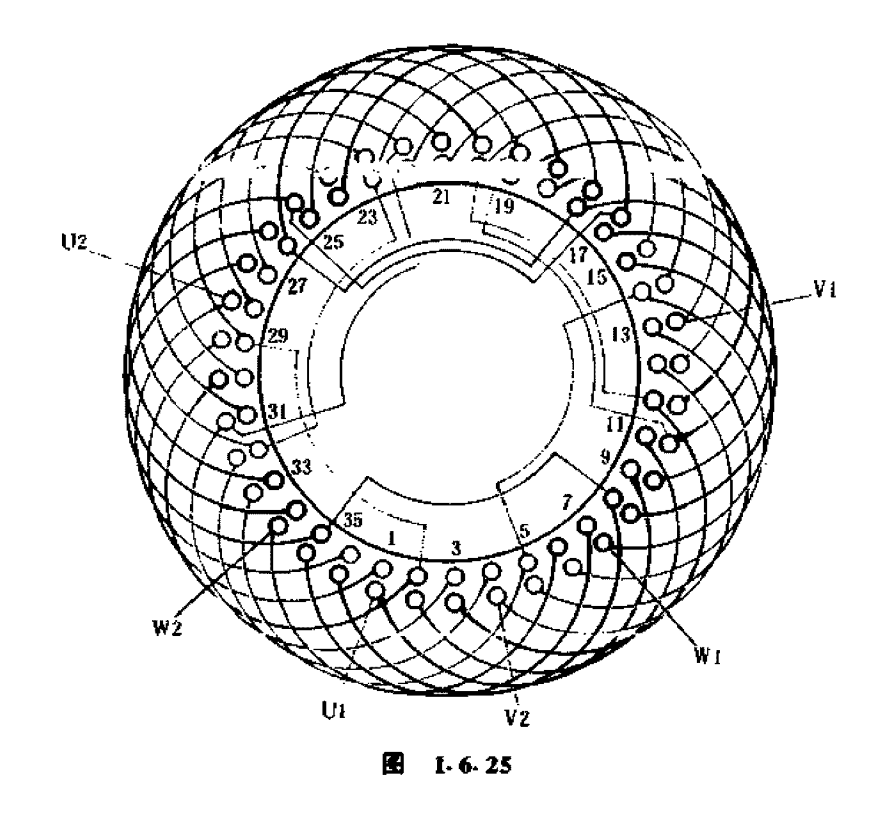


图 1.6.25

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=12$　线圈节距 $Y=8$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序如下表：

表 1.6.25 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28		27		26		25		24	
	上层										36		35		34		33		32
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	23		22		21		20		19		18		17		16		15	
	上层		31		30		29		28		27		26		25		24		23
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	14		13		12		11		10		9		8		7		6	
	上层		22		21		20		19		18		17		16		15		14
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例布线同1.6.22，但线圈节距长1槽，绕组系数略为提高。主要应用实例有J2—71—4等。

1.6.26　36槽4极双层叠式绕组布线接线图之五

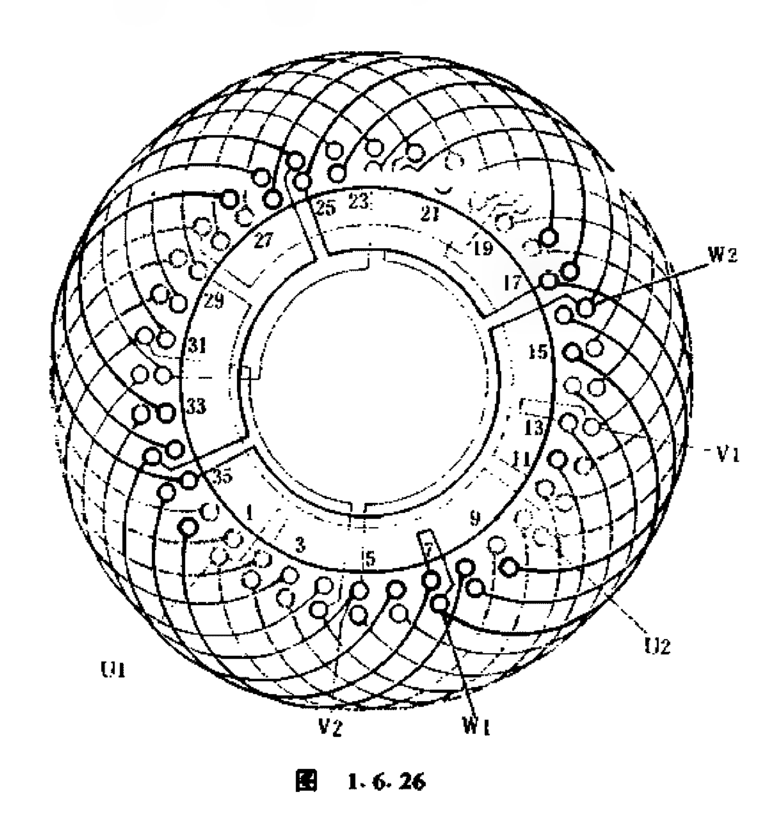


图　1.6.26

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=3$　分布系数　$K_d=0.96$

总线圈数　$Q=36$　绕组极距　$\tau=9$　节距系数　$K_p=0.985$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=8$　绕组系数　$K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.26　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28		27		26		25		24	
	上层										36		35		34		33		32

嵌绕次序		19	20	21	22	23	……	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	23		22		21	……	10		9		8		7		6	
	上层		31		30		……		18		17		16		15		14

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例绕组每联由3只等距线圈顺串而成，每相4个联组，采用二路并联接线，每一支路的两组线圈反向串联，并且在进线后分左、右两路短跳连接。主要应用实例有JO2—72—4、YR—132M2—4等。

1.6.27 36槽4极双层叠式绕组布线接线图之六

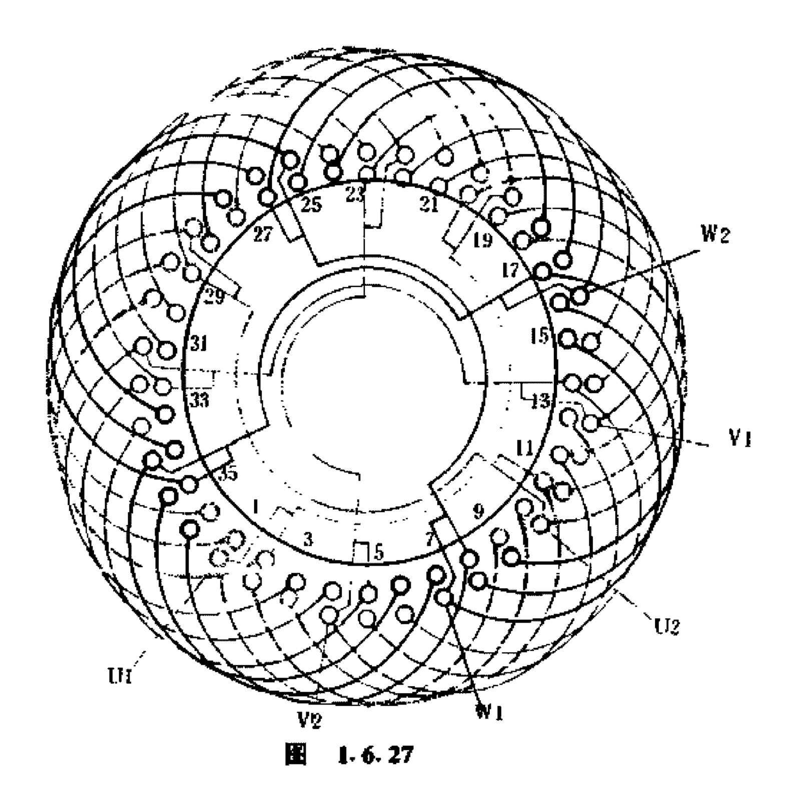


图 1.6.27

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=8$ 绕组系数 $K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　绕组嵌线采用交叠法，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.27 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	36	35	34	33	32	31		30		29		28		27	
	上层										3		2		1		36		35

嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	26		25		24	……			13		12		11		10		9	
	上层		34		33		……				21		20		19		18		17

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用　绕组每相有4线圈组，设第1组进线端为头，将每相1、3组的头端和2、4组的尾端并接后引出相头；再将该相其余4个线头并接引出相尾。其余二相接线类推。本例绕组应用实例有J2—72—4等。

1.6.28 36槽4极双层叠式绕组布线接线图之七

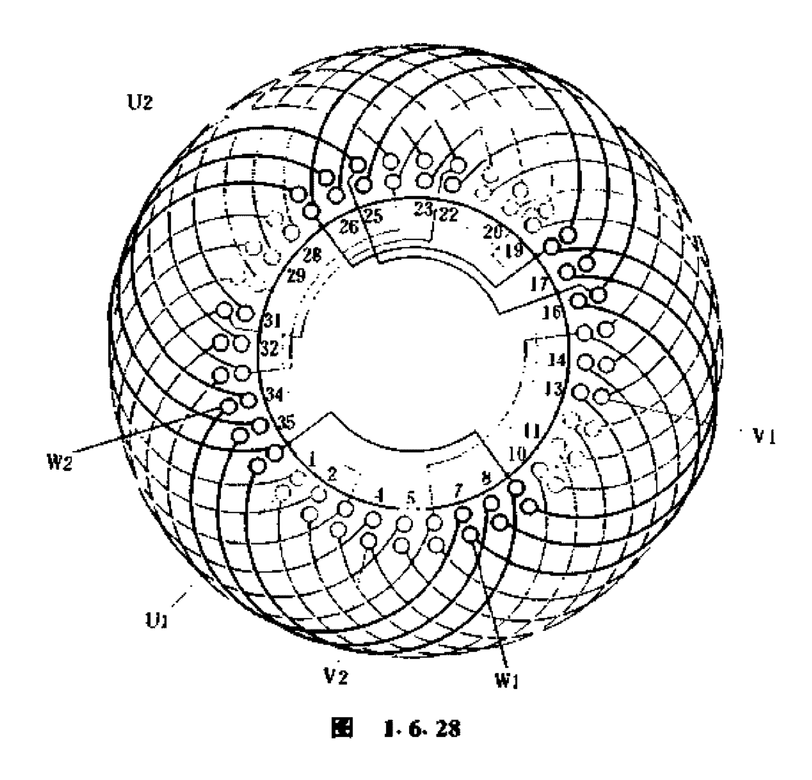


图 1.6.28

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=1$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

2. 嵌线方法 采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 1.6.28 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	2	1	36	35	34	33	32	31	30		29		28		27		26
	上层											3		2		1		36	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		25		24		23		22		21		20		19		18		17
	上层	35		34		33		32		31		30		29		28		27	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		16		15		14		13		12		11		10		9		8
	上层	26		25		24		23		22		21		20		19		18	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		7		6		5		4										
	上层	17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用 本例采用全节距，绕组系数高，但 3 次谐波分量大，而且线圈节距增加后吊边数多，给嵌线增加了难度。一般电动机极少采用，仅作为双绕组双速电动机配套的 4 极绕组。主要应用实例有JWF—6/4型双绕组双速电动机。

1.6.29　36槽6极双层叠式绕组布线接线图之一

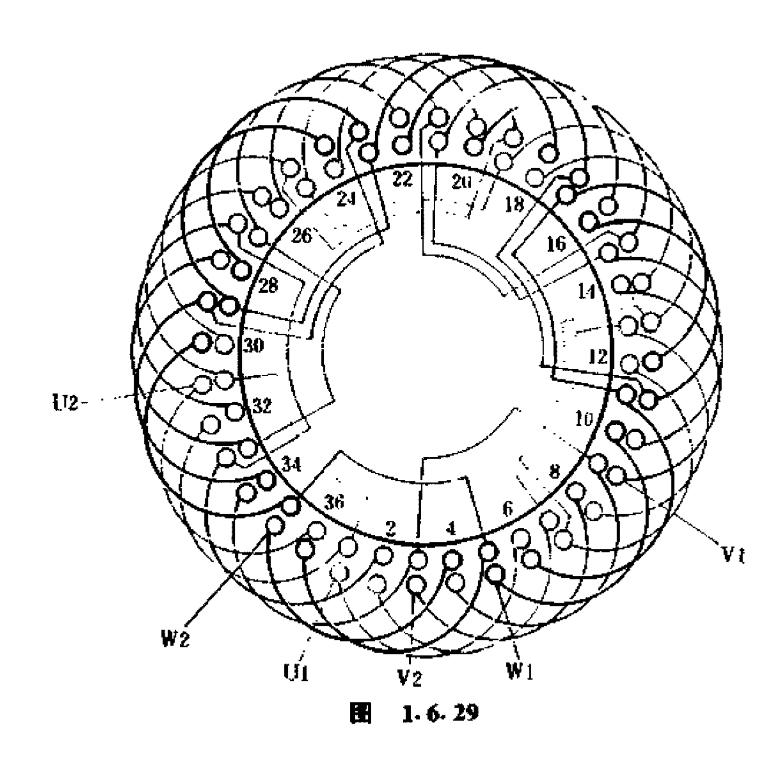


图　1.6.29

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$

总线圈数　$Q=36$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表 1.6.29　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34	33	32	31		30		29		28		27		26		25
	上层							36		35		34		33		32		31	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		24		23		22		21		20		19		18		17		16
	上层	30		29		28		27		26		25		24		23		22	

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8		7
	上层	21		20		19		18		17		16		15		14		13	

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		6		5		4		3		2		1						
	上层	12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　此绕组采用一路串联接线，是6极电动机的基本型式，也是常用的布接线方案之一。主要应用实例有J－61－6、JO－63－6及高效率电动机YX－132S－6等。

1.6.30　36槽6极双层叠式绕组布线接线图之二

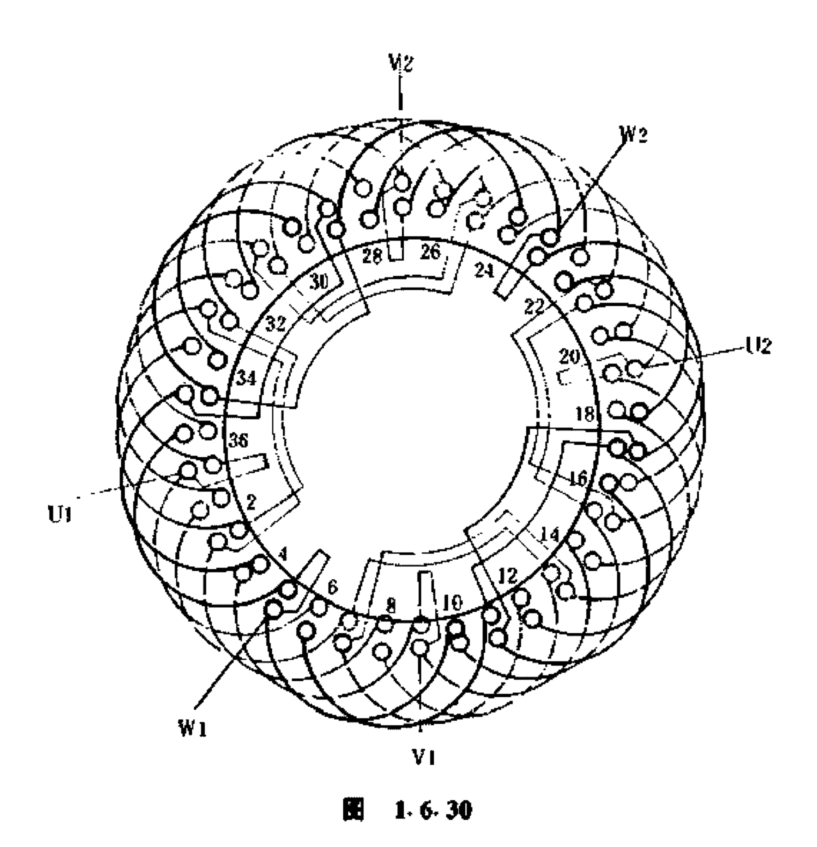


图　1.6.30

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$

总线圈数　$Q=36$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表 1.6.30　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	36	35	34	33		32		31		30		29		28		27
	上层							2		1		36		35		34		33	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		26		25		……				13		12		11		10		9
	上层	32		31		30	……			19		18		17		16		15	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		8		7		6		5		4		3						
	上层	14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3

3. 特点与应用　　本例绕组采用二路并联，每相6组线圈，进线后分左、右两路走线，每支路3组按相邻反极性串联，最后将尾线并接后引出。主要应用实例有JO3－180M2－6等。

1.6.31 36槽6极双层叠式绕组布线接线图之三

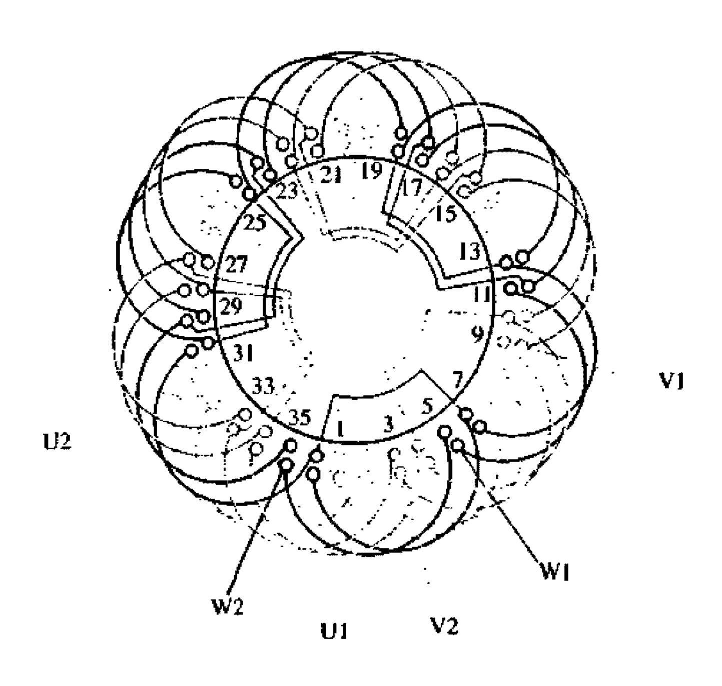


图 1.6.31

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=2$ 分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=6$ 节距系数 $K_p=1.0$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $Y=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.966$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为6。嵌线顺序见下表：

表 1.6.31 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	36	35	34	33	32		31		30		29		28		27	
	上层								2		1		36		35		34		33

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	26		25		24		23	……	3							
	上层		32		31		30		……		9	8	7	6	5	4	3

3. 特点与应用　本例是全距绕组，线圈节距等于极距，绕组系数较高，但作为电动机电枢则三次谐波较大而影响电动机性能。因此一般电动机不采用，仅应用于绕线型电动机转子绕组。主要实例有进口电动机MTK21－6转子绕组等。

1.6.32　36槽8极双层叠式绕组布线接线图之一

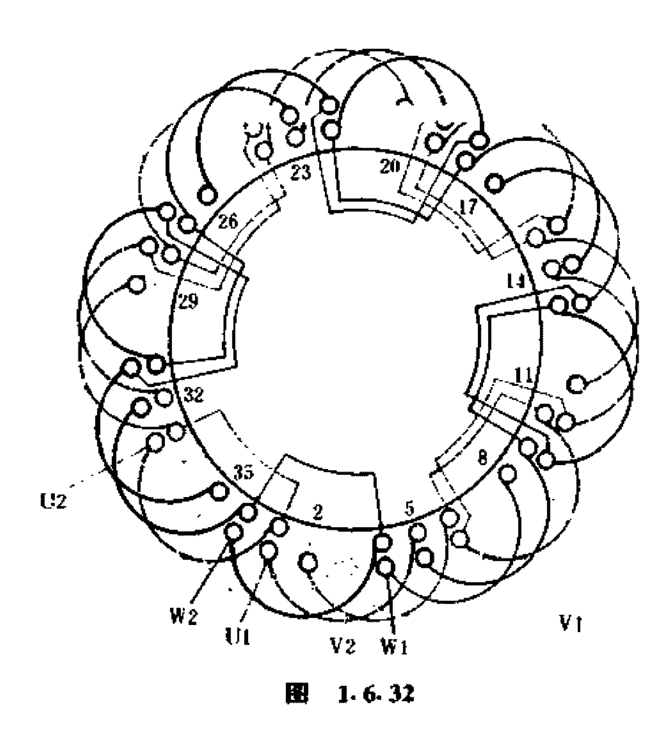


图　1.6.32

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=1\frac{1}{2}$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=8$	极相槽数	$q=1\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=36$	绕组极距	$\tau=4\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=24$	线圈节距	$Y=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线，吊边数为4。嵌线顺序见下表：

表 1.6.32　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34	33	32		31		30		29		28		27		26	
	上层						36		35		34		33		32		31		30
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	25		24		23		22		21		20		19		18		17	
	上层		29		28		27		26		25		24		23		22		21
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层		20		19		18		17		16		15		14		13		12
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1					
	上层		11		10		9		8		7		6		5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例为一路串联的分数绕组，线圈布线可参考下例。主要应用实例有 JO3T－90S－8 等。

1.6.33 36槽8极双层叠式绕组布线接线图之二

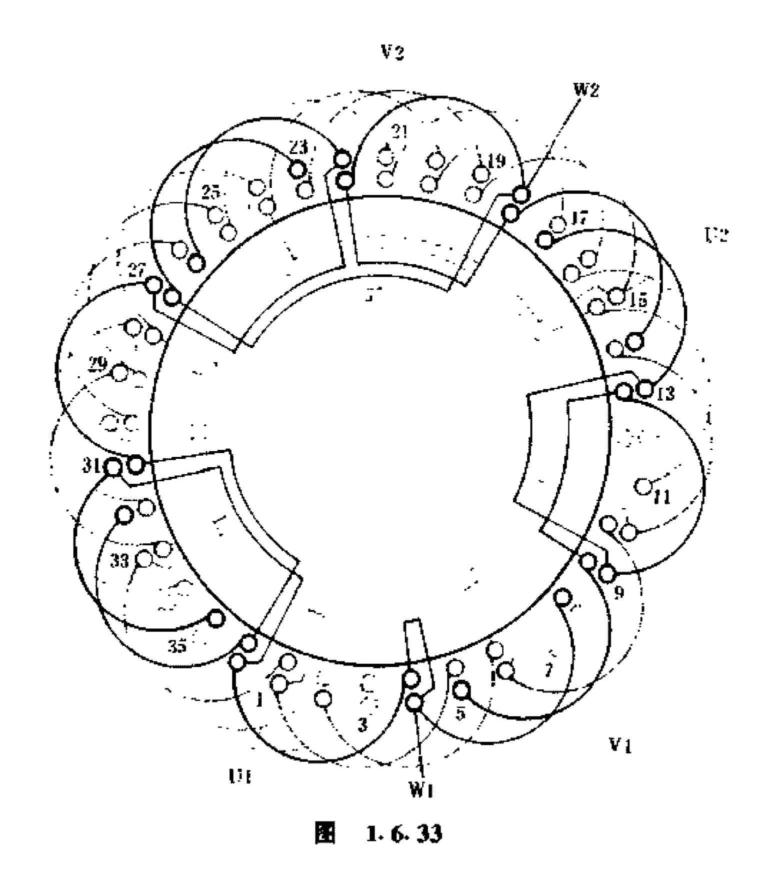


图 1.6.33

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=1\frac{1}{2}$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=8$	极相槽数	$q=1\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=36$	绕组极距	$\tau=4\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=24$	线圈节距	$Y=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为4。嵌线顺序如下表：

表 1.6.33　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	36	35	34		33		32		31		30		29		28	
	上层						2		1		36		35		34		33		32
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	27		26		25	……			14		13		12		11		10	
	上层		31		30		……				18		17		16		15		14
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3					
	上层		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3

3. 特点与应用　　本例为分数绕组，每极相组线圈数为1½，故采用归并的办法解决"半圈"的问题，使实施线圈数为2圈和1圈，并按2 1 2 1…的规律分布。本例是二路并联接线，采用进线后分左右两路走线，每支路由4个线圈组相互反极性串联后并接出线。主要应用于绕线型电动机转子绕组，实例有YR－225M－8、YRZ－160L－8等转子绕组。

1.6.34 36槽10极双层叠式绕组布线接线图

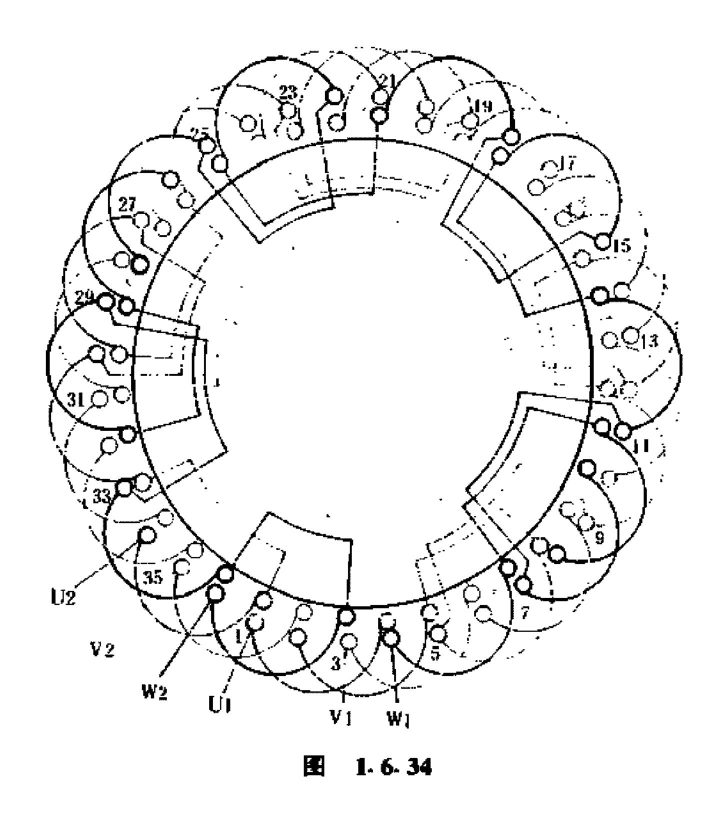


图 1.6.34

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=1\frac{1}{5}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=10$　极相槽数 $q=1\frac{1}{5}$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=3\frac{3}{5}$　节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=30$　线圈节距 $Y=3$　绕组系数 $K_{dp}=0.923$

2. 嵌线方法　采用交叠嵌线法，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.6.34 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34	33		32		31		30		29		28		27		26
	上层					36		35		34		33		32		31		30	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		25		24		23		22		21		20		19		18		17
	上层	29		28		27		26		25		24		23		22		21	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		16		15		14		13		12		11		10		9		8
	上层	20		19		18		17		16		15		14		13		12	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1				
	上层	11		10		9		8		7		6		5		4	3	2	1

3. 特点与应用　本例系分数绕组方案，绕组分布循环规律为 2 1 1 1 1。绕组除应用于辊道用异步电动机 JG2－42－10 外，还用于双绕组四速电动机 JDO2－52－10/8/6/4 中的 10 极配套绕组。

1.6.35 36 槽 12 极双层叠式绕组布线接线图

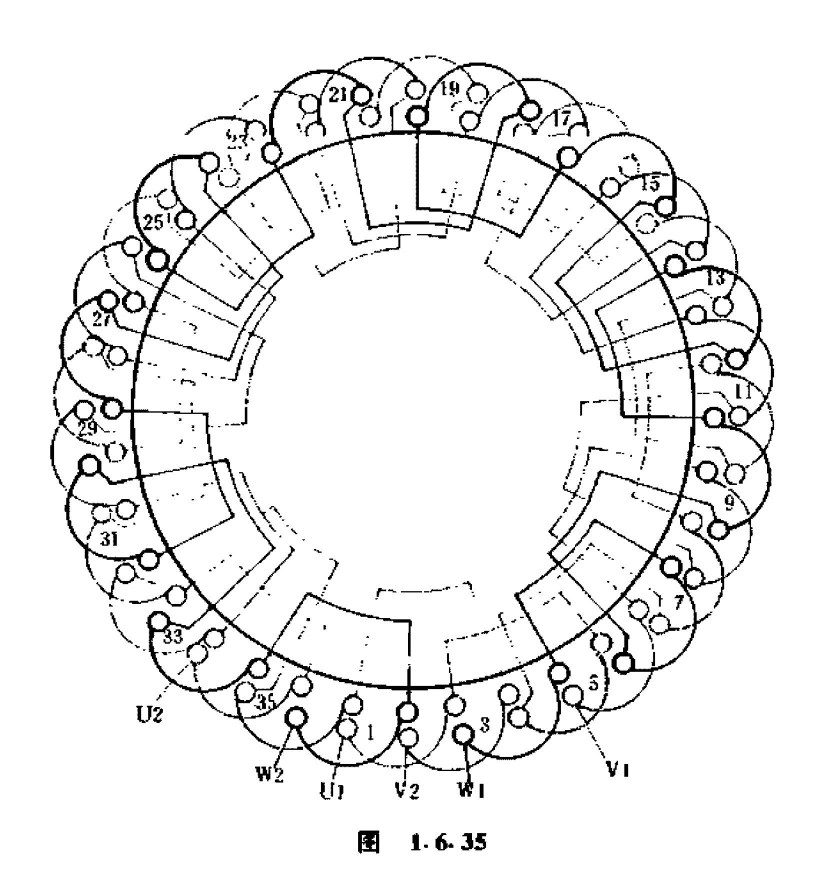


图 1.6.35

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=1$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=12$ 极相槽数 $q=1$ 分布系数 $K_d=1.0$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=3$ 节距系数 $K_p=0.866$

线圈组数 $u=36$ 线圈节距 $Y=2$ 绕组系数 $K_{dp}=0.866$

2. 嵌线方法 绕组采用交叠法嵌线，吊边数仅为 2，嵌线较方便。嵌线顺序见下表：

表 1.6.35 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34		33		32		31		30		29		28		27	
	上层				36		35		34		33		32		31		30		29
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	26		25		24		23		22		21		20		19		18	
	上层		28		27		26		25		24		23		22		21		20
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	17		16		15		14		13		12		11		10		9	
	上层		19		18		17		16		15		14		13		12		11
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	8		7		6		5		4		3		2		1			
	上层		10		9		8		7		6		5		4		3	2	1

3. 特点与应用 绕组每组只有一个线圈，故又称双链（双层链式）绕组，是双层叠绕组的特殊形式。主要应用于辊道用异步电动机，实例有 JG2－42－12 等。

1.6.36 42 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之一

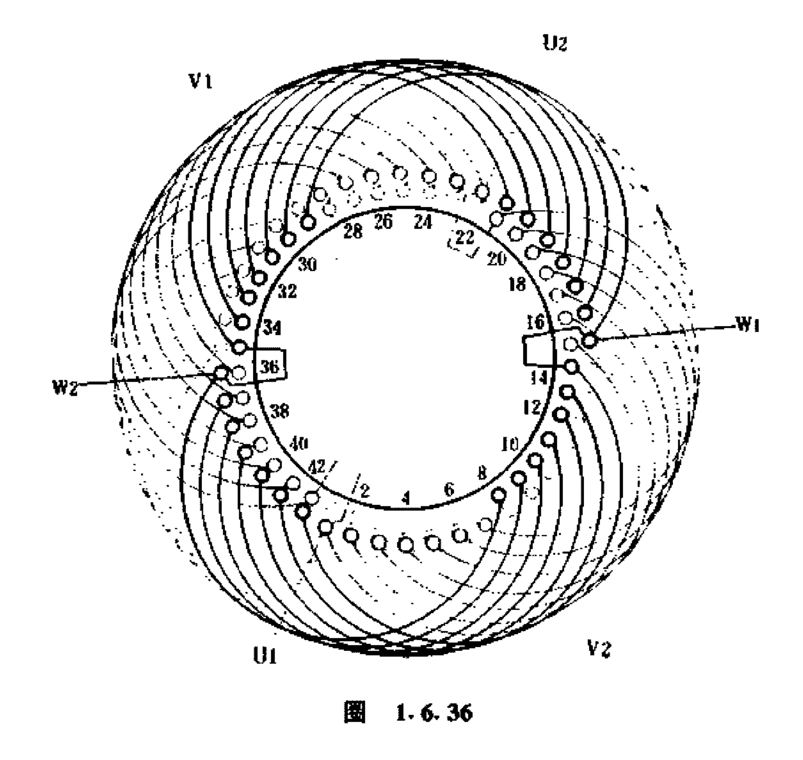


图 1.6.36

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=42$ 每组圈数 $S=7$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=7$ 分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=42$ 绕组极距 $\tau=21$ 节距系数 $K_p=0.866$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=14$ 绕组系数 $K_{dp}=0.828$

2. 嵌线方法 采用交叠嵌线法，吊边数为 14。嵌线顺序见下表：

表 1.6.36 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	下层	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28		27		26		25
	上层																42		41		40	

嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	下层		24		23		22		21		20		19		18		17		16		15	
	上层	39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		29

嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
嵌入槽号	下层	14		13		12		11		10		9		8		7		6		5		4
	上层		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19	

嵌绕次序		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
嵌入槽号	下层		3		2		1															
	上层	18		17		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用 由于槽数较多，极距大，交叠嵌线的吊边数达到 14 个，为使嵌线不致太困难，在保证连续相带的前提下，选用最小的线圈节距，故绕组系数较低。一般仅用于 2 极小型电机系列中的大功率电动机。应用实例有 JO2－92－2、JO2L－91－2 等。

1.6.37　42 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图之二

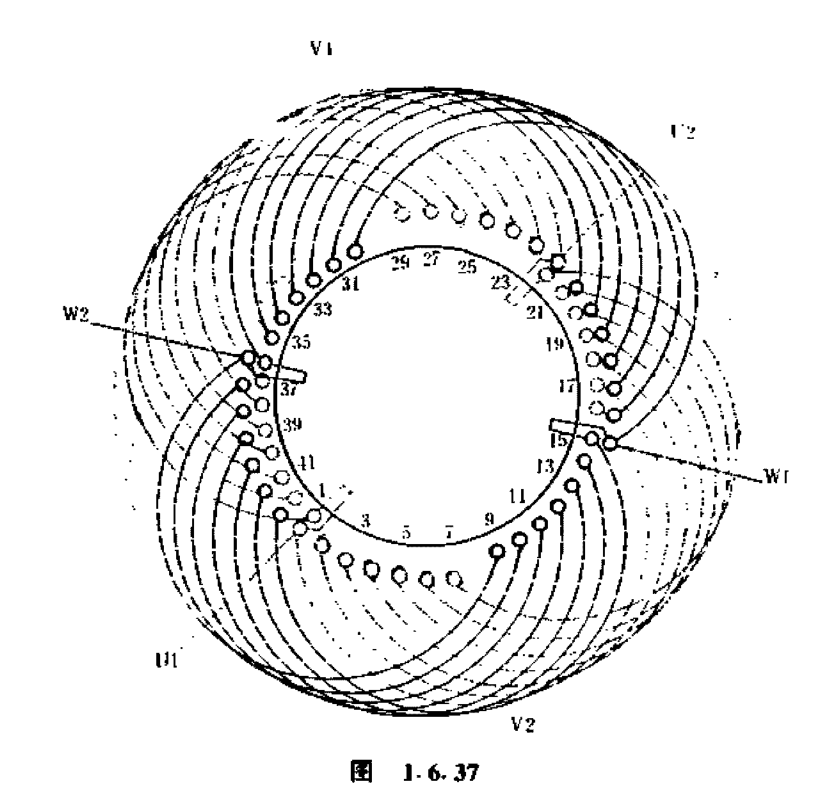


图　1.6.37

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=42$　每组圈数　$S=7$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=7$　分布系数　$K_d=0.956$

总线圈数　$Q=42$　绕组极距　$\tau=21$　节距系数　$K_p=0.904$

线圈组数　$u=6$　线圈节距　$Y=15$　绕组系数　$K_{dp}=0.864$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 15。嵌线顺序见下表：

表 1.6.37　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	下层	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27		26		25	
	上层																	42		41		40

嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	下层	24		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14
	上层		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30	

嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
嵌入槽号	下层		13		12		11		10		9		8		7		6		5		4	
	上层	29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19

嵌绕次序		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
嵌入槽号	下层	3		2		1																
	上层		18		17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　布线特点基本同上例，但节距多 1 槽，绕组系数稍高，而吊边数也增加一个，不利于嵌线。主要应用实例有 Y－280S－2 等。

1.6.38 42槽2极双层叠式绕组布线接线图之三

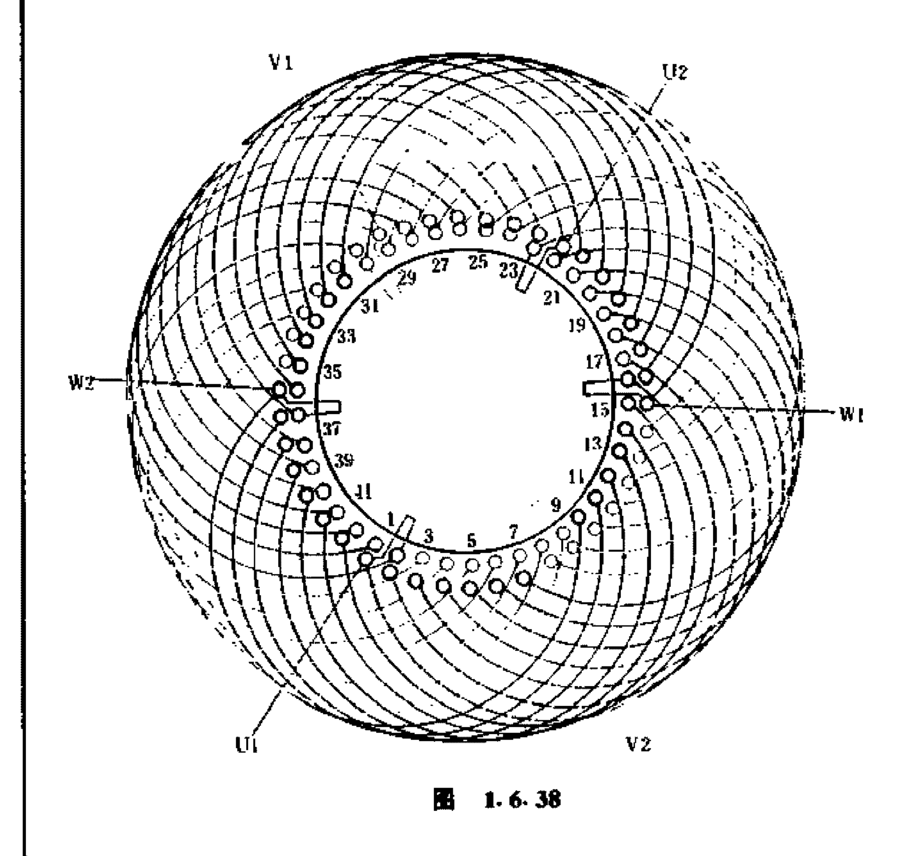


图 1.6.38

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=42$ 每组圈数 $S=7$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=7$ 分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=42$ 绕组极距 $\tau=21$ 节距系数 $K_p=0.93$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=16$ 绕组系数 $K_{dp}=0.889$

2. 嵌线方法 采用交叠嵌线法，吊边数为16。嵌线顺序见下表：

表 1.6.38 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	下层	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26		25		24
	上层																		42		41	
嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	下层		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14	
	上层	40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30
嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
嵌入槽号	下层	13		12		11		10		9		8		7		6		5		4		3
	上层		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	
嵌绕次序		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
嵌入槽号	下层		2		1																	
	上层	19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用 与上例相同，但节距再增加1槽，使嵌线更显困难。主要应用实例有YX－280S－2高效率电动机。

1.6.39　42 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图

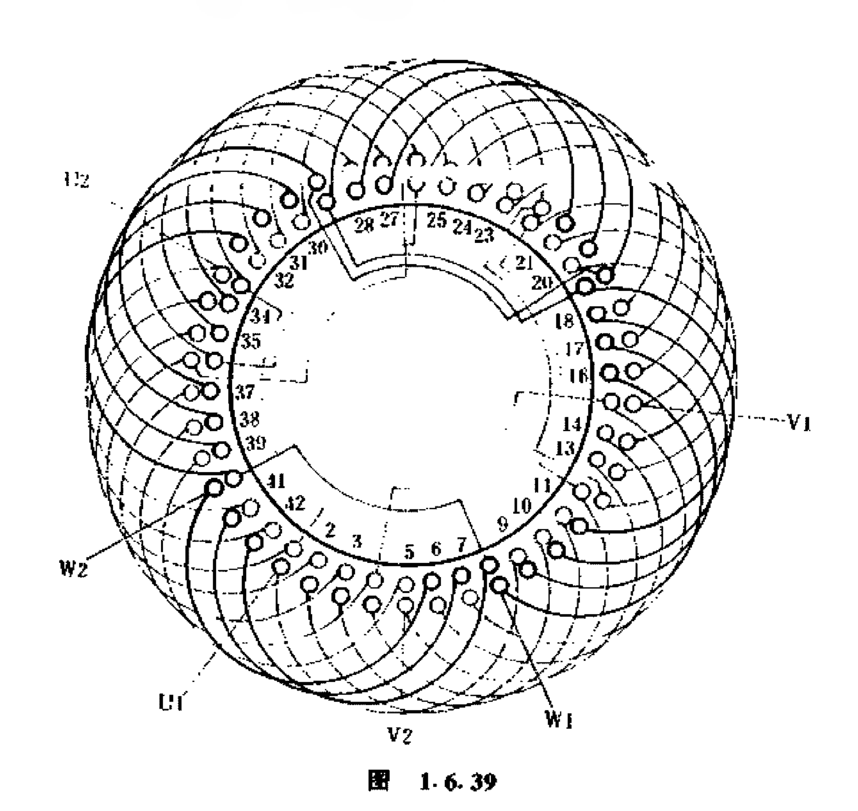


图　1.6.39

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=42$　每组圈数　$S=3\frac{1}{2}$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=3\frac{1}{2}$　分布系数　$K_d=0.956$

总线圈数　$Q=42$　绕组极距　$\tau=10\frac{1}{2}$　节距系数　$K_p=0.93$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=8$　绕组系数　$K_{dp}=0.889$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.39　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	下层	42	41	40	39	38	37	36	35	34		33		32		31		30		29		28
	上层										42		41		40		39		38		37	

嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	下层		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18	
	上层	36		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26

嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
嵌入槽号	下层	17		16		15		14		13		12		11		10		9		8		7
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16	

嵌绕次序		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
嵌入槽号	下层		6		5		4		3		2		1									
	上层	15		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　此绕组是分数布线方案，每组由 3、4 圈组成，线圈分布的循环规律为 4　3　4　3　4　3。此型式在一般电动机中没有应用，仅见用于小型同步发电机电枢绕组。

1.6.40　45 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之一

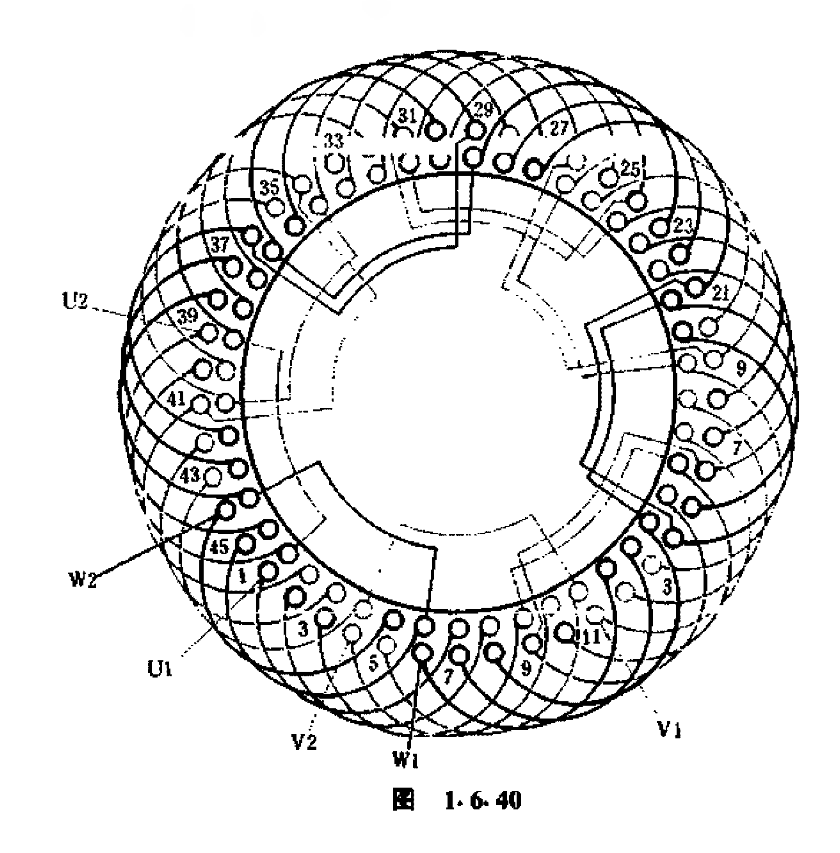


图　1.6.40

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=45$　每组圈数　$S=2\frac{1}{2}$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=2\frac{1}{2}$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=45$　绕组极距　$\tau=7\frac{1}{2}$　节距系数　$K_p=0.951$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.91$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 1.6.40　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
嵌入槽号	下层	45	44	43	42	41	40	39		38		37		36		35		34		33		32		31
	上层								45		44		43		42		41		40		39		38	

嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
嵌入槽号	下层		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	
	上层	37		36		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26

嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
嵌入槽号	下层	19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9	
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16		15

嵌绕次序		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
嵌入槽号	下层	8		7		6		5		4		3		2		1							
	上层		14		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例为分数绕组方案，线圈组由 3、2 圈组成，并按 3　2　3　2…分布规律轮换布线；嵌线时应注意大、小联交替嵌入。此绕组型式应用较多，主要有绕线式电动机 JZR2－11－6、JZR－11－6、JZRB－11－6 及原(苏)产品 MTK12－6 等定子绕组。

1.6.41 45 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之二

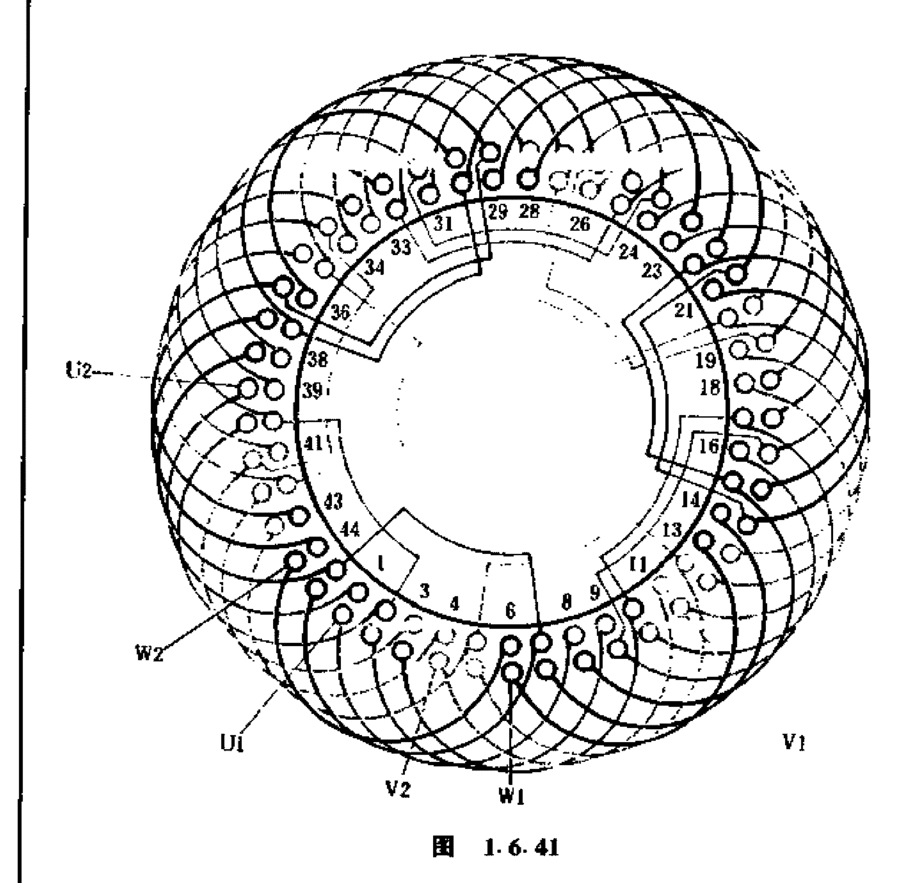


图 1.6.41

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=45$	每组圈数	$S=2\frac{1}{2}$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=2\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=45$	绕组极距	$\tau=7\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.995$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$Y=7$	绕组系数	$K_{dp}=0.952$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序如下表：

表 1.6.41 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
嵌入槽号	下层	45	44	43	42	41	40	39	38		37		36		35		34		33		32		31	
	上层									45		44		43		42		41		40		39		38

嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
嵌入槽号	下层	30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19
	上层		37		36		35		34		33		32		31		30		29		28		27	

嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
嵌入槽号	下层		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层	26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16		15

嵌绕次序		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
嵌入槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1								
	上层		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　基本同上例，但节距多 1 槽，绕组系数较高。主要应用实例有绕线式电动机 YZR－132M1－6 等。

1.6.42　45 槽 8 极双层叠式绕组布线接线图

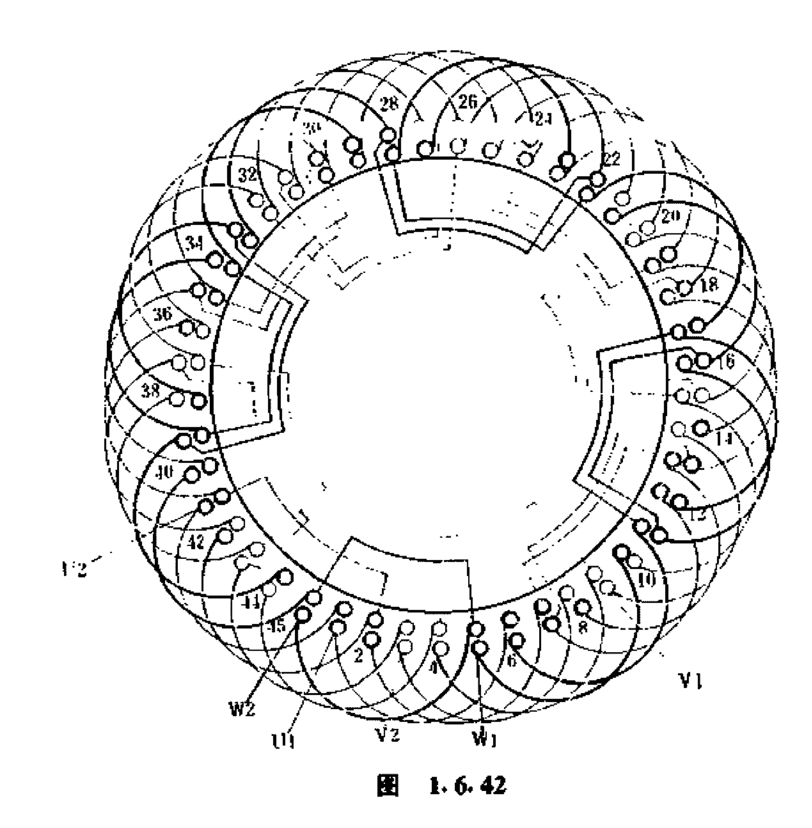


图　1.6.42

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=45$　每组圈数　$S=1\frac{7}{8}$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=1\frac{7}{8}$　分布系数　$K_d=0.956$

总线圈数　$Q=45$　绕组极距　$\tau=5\frac{5}{8}$　节距系数　$K_p=0.985$

线圈组数　$u=24$　线圈节距　$Y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.94$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线法，吊边数为 5，嵌线顺序见下表：

表 1.6.42　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
嵌入槽号	下层	45	44	43	42	41	40		39		38		37		36		35		34		33		32	
	上层							45		44		43		42		41		40		39		38		37

嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
嵌入槽号	下层	31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20
	上层		36		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26	

嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
嵌入槽号	下层		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9	
	上层	25		24		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14

嵌绕次序		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
嵌入槽号	下层	8		7		6		5		4		3		2		1						
	上层		13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例为分数绕组布线方案，线圈由单、双圈组成，分布规律是 2　2　2　2　2　2　2　1。主要应用实例有 JG2－51－8 等三相交流辊道用电动机。

1.6.43　45槽10极双层叠式绕组布线接线图

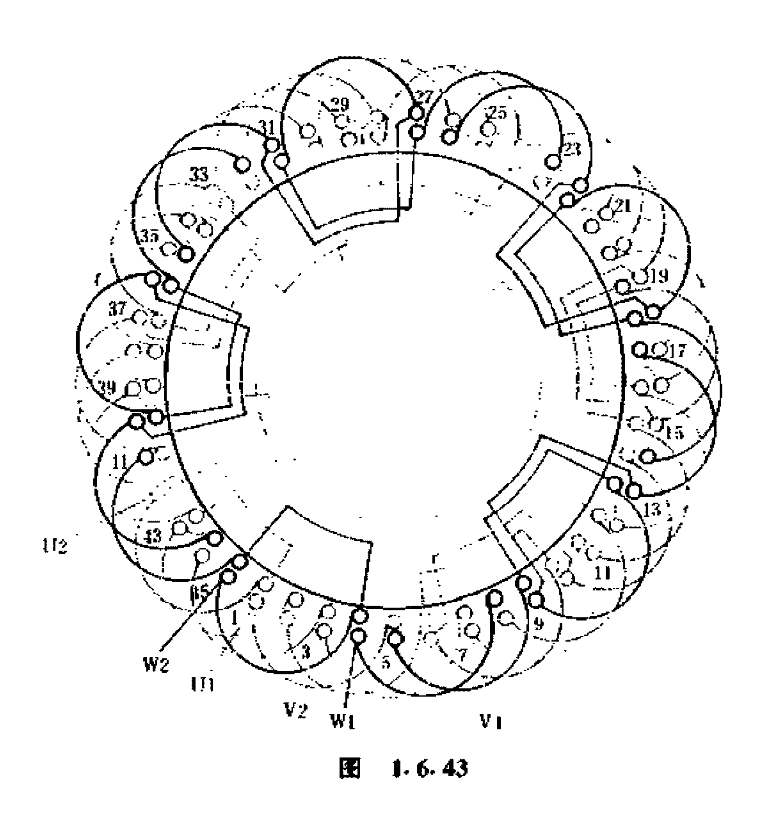


图　1.6.43

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=45$	每组圈数	$S=1\frac{1}{2}$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=10$	极相槽数	$q=1\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=45$	绕组极距	$\tau=4\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=30$	线圈节距	$Y=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　　嵌线采用交叠法，吊边数为4。嵌线顺序见下表：

表 1.6.43　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
嵌入槽号	下层	45	44	43	42	41		40		39		38		37		36		35		34		33		32
	上层						45		44		43		42		41		40		39		38		37	

嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
嵌入槽号	下层		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21	
	上层	36		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26		25

嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
嵌入槽号	下层	20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9
	上层		24		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14	

嵌绕次序		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
嵌入槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1					
	上层	13		12		11		10		9		8		7		6		5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例绕组是分数线圈布线安排，线圈由单、双圈组成，绕组分布规律为2　1　2　1…。主要应用实例有辊道用电动机JG2—51—10等。

1.6.44　45 槽 12 极双层叠式绕组布线接线图

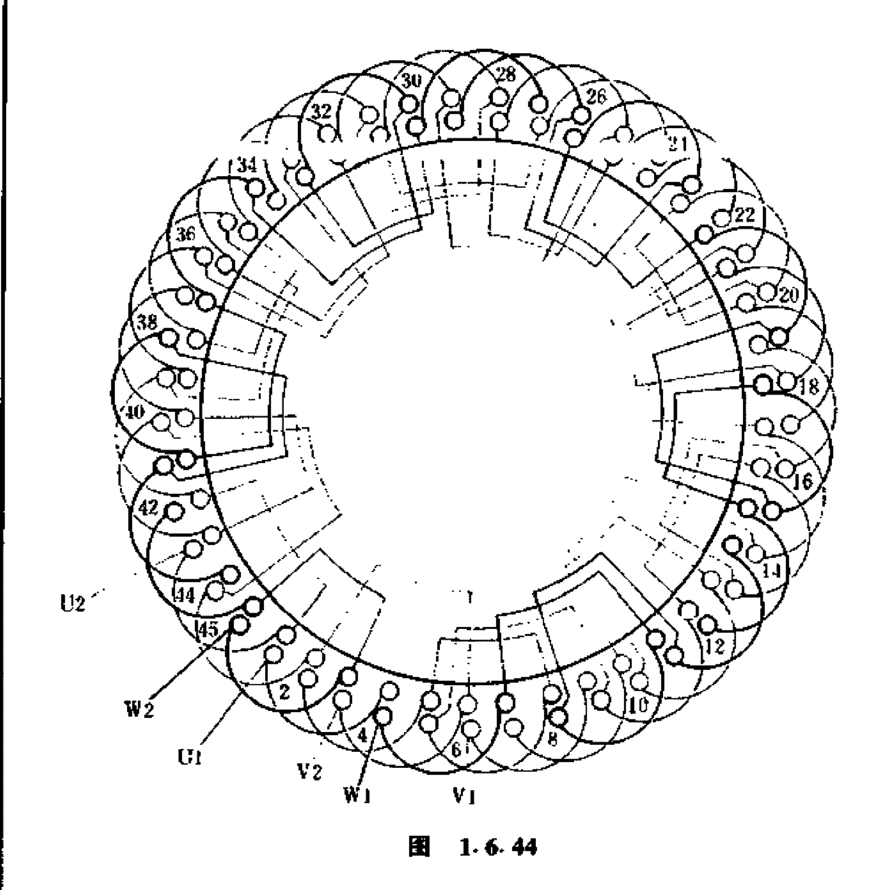


图　1.6.44

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=45$　每组圈数　$S=1\frac{1}{4}$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=12$　极相槽数　$q=1\frac{1}{4}$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=45$　绕组极距　$\tau=3\frac{3}{4}$　节距系数　$K_p=0.951$

线圈组数　$u=36$　线圈节距　$Y=3$　绕组系数　$K_{dp}=0.91$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.6.44　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
嵌入槽号	下层	45	44	43	42		41		40		39		38		37		36		35		34		33	
	上层					45		44		43		42		41		40		39		38		37		36

嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
嵌入槽号	下层	32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21
	上层		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26		25	

嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
嵌入槽号	下层		20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10	
	上层	24		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14		13

嵌绕次序		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
嵌入槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3		2		1				
	上层		12		11		10		9		8		7		6		5		4	3	2	1

3. 特点与应用　　绕组采用分数布线，线圈组由单、双圈组成，绕组分布规律为 2　1　1　1。主要实例有辊道用电动机 JG2－51－12 等。

1.6.45 48 槽 2 极双层叠式绕组布线接线图

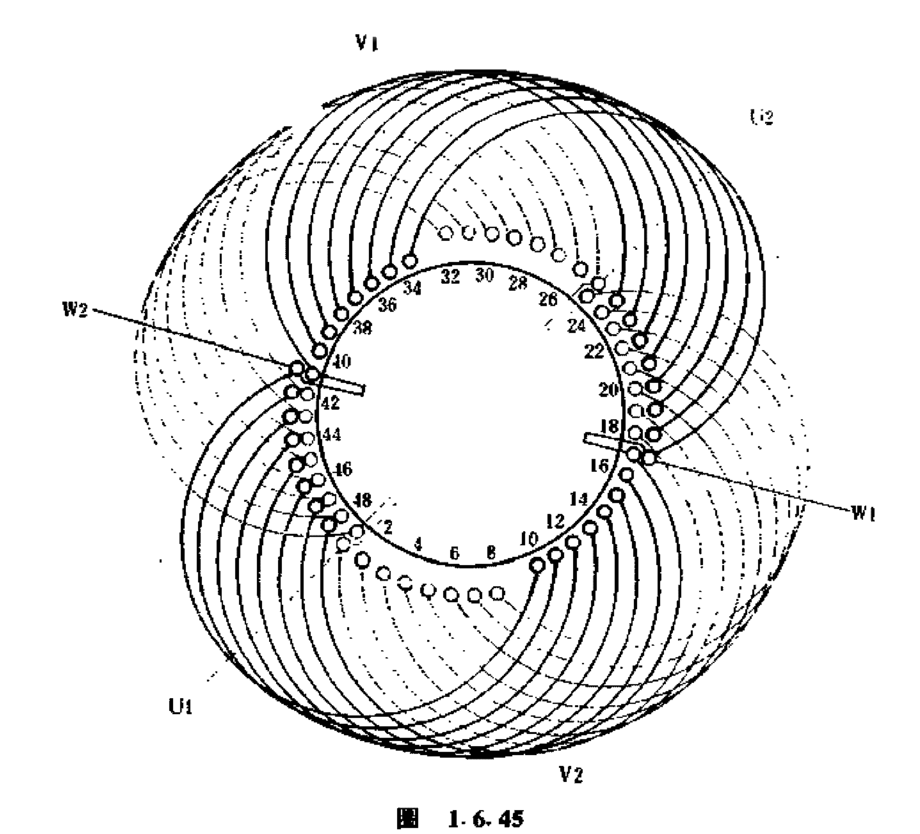


图 1.6.45

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=8$ 并联路数 $a=2$
电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=8$ 分布系数 $K_d=0.956$
总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=24$ 节距系数 $K_p=0.897$
线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $Y=17$ 绕组系数 $K_{dp}=0.858$

2. 嵌线方法 采用交叠法嵌线，吊边数为 17。嵌线顺序见下表：

表 1.6.45 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31		30		29		28
	上层																			48		47		46	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16
	上层	45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8		7		6		5		4
	上层	33		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22	

嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层		3		2		1																		
	上层	21		20		19		18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用 绕组采用正常的较短节距，由于槽数多，嵌绕 2 极时吊边数多，故一般只用于定子内腔较大的中大型电机。主要应用实例有 Y315M1－2 等。

1.6.46　48槽4极双层叠式绕组布线接线图之一

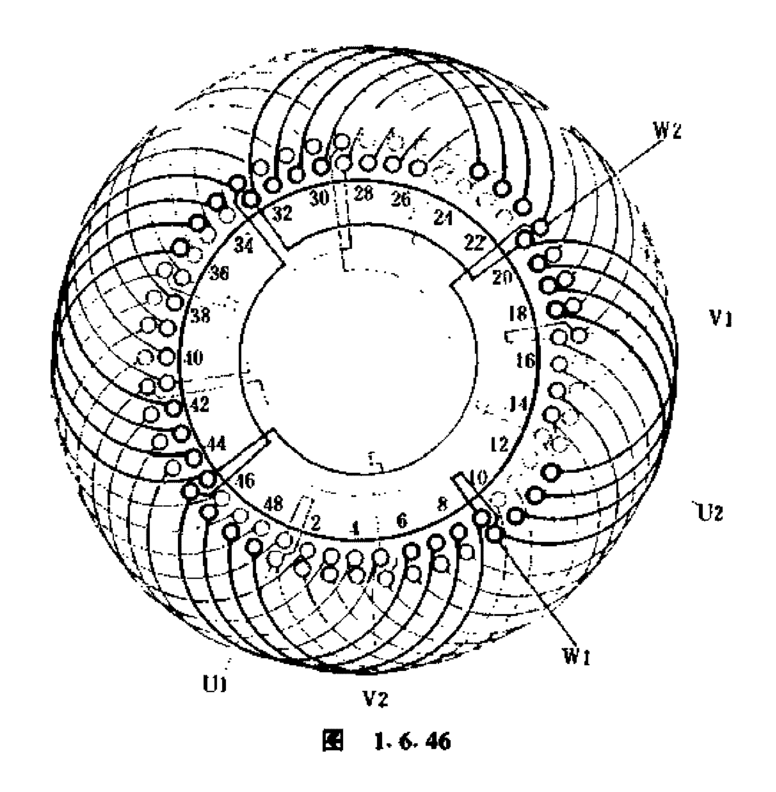


图　1.6.46

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=48$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.924$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=9$　绕组系数　$K_{dp}=0.885$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为9。嵌线顺序见下表：

表 1.6.46　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39		38		37		36		35		34		33		32
	上层											48		47		46		45		44		43		42	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20
	上层	41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8
	上层	29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1										
	上层	17		16		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　绕组采用较小的正常节距，嵌线较方便，但绕组系数偏低。主要应用实例有同步发电机T2－225L－4、T2－225M－4等。

1.6.47 48 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图之二

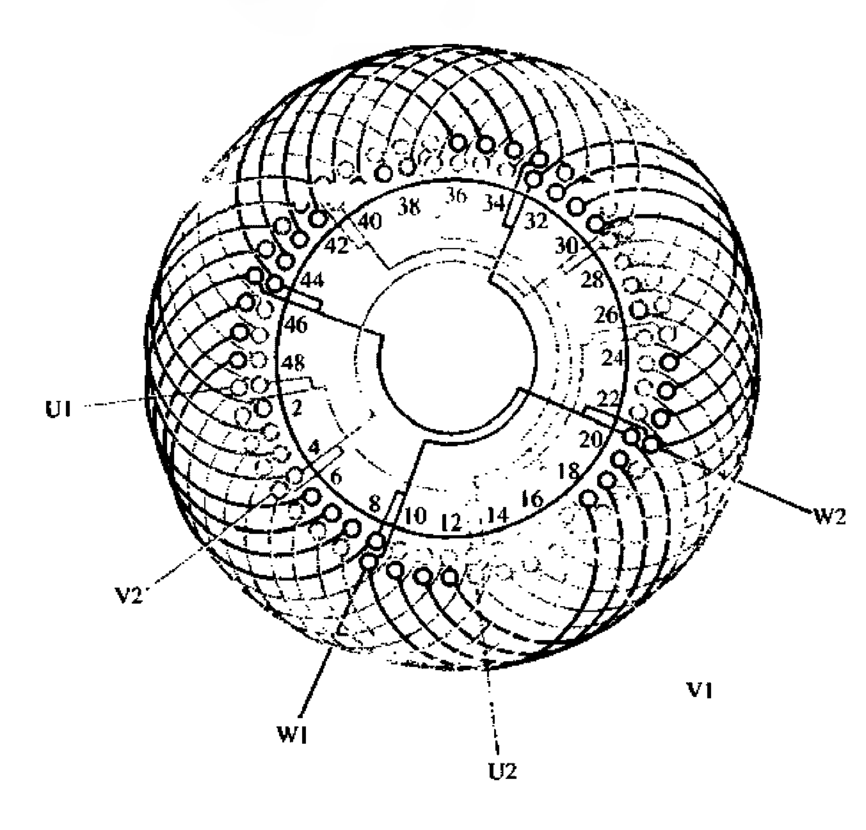


图 1.6.47

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=2$
电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$
总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.924$
线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.885$

2. 嵌线方法 本例采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 1.6.47 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	48	47	46	45	44	43		42		41		40		39
	上层											4		3		2		1	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	......	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		38		37		......		13		12		11		10		9
	上层	48		47		46	......	23		22		21		20		19	

嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		8		7		6		5										
	上层	18		17		16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

3. 特点与应用 本例布线与上例基本相同，但采用四路并联。接线时应确保同相相邻线圈组极性相反的原则，但因每相有 4 个上下层同相的槽，故也可简易地将此槽两边引线并接后与对称槽两并接引线相连作为进线；再把同相其余 4 根引线并接为出线。其余相绕组也同理接线和出线。主要应用实例有 J－82－4 等。

1.6.48 48槽4极双层叠式绕组布线接线图之三

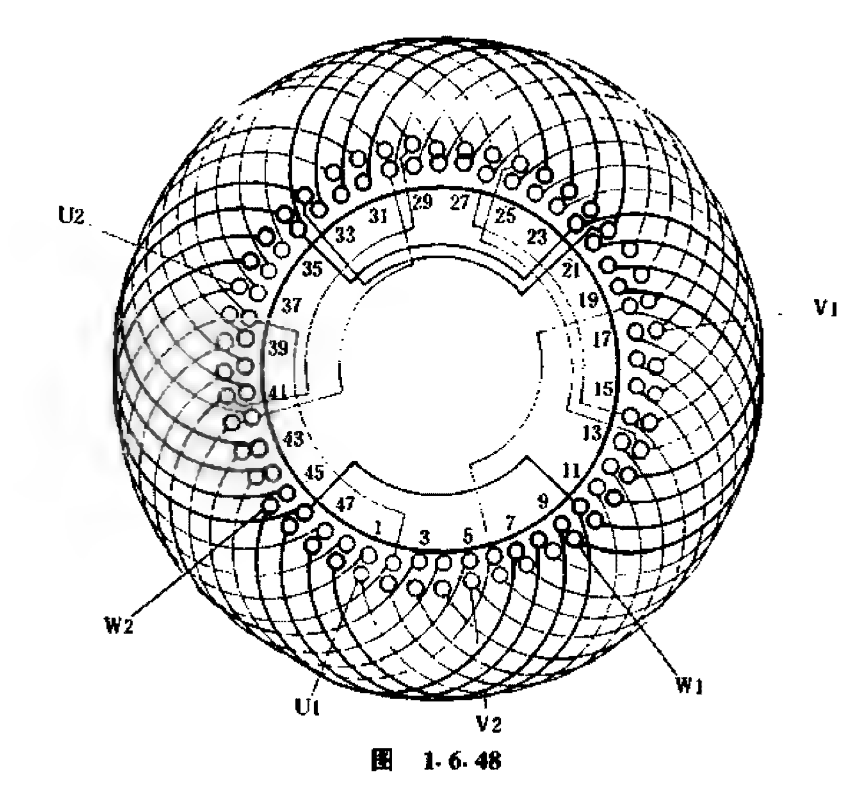


图 1.6.48

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=10$ 绕组系数 $K_{dp}=0.92$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见下表：

表 1.6.48 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38		37		36		35		34		33		32	
	上层												48		47		46		45		44		43		42

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	
	上层		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18

嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1											
	上层		17		16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　定子48槽一般属功率较大的小型电机，采用一路必为多根并绕，从而使绕线增加了困难，目前在新系列电机产品中已较少应用。主要实例有J2－82－4等。

1.6.49 48 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图之四

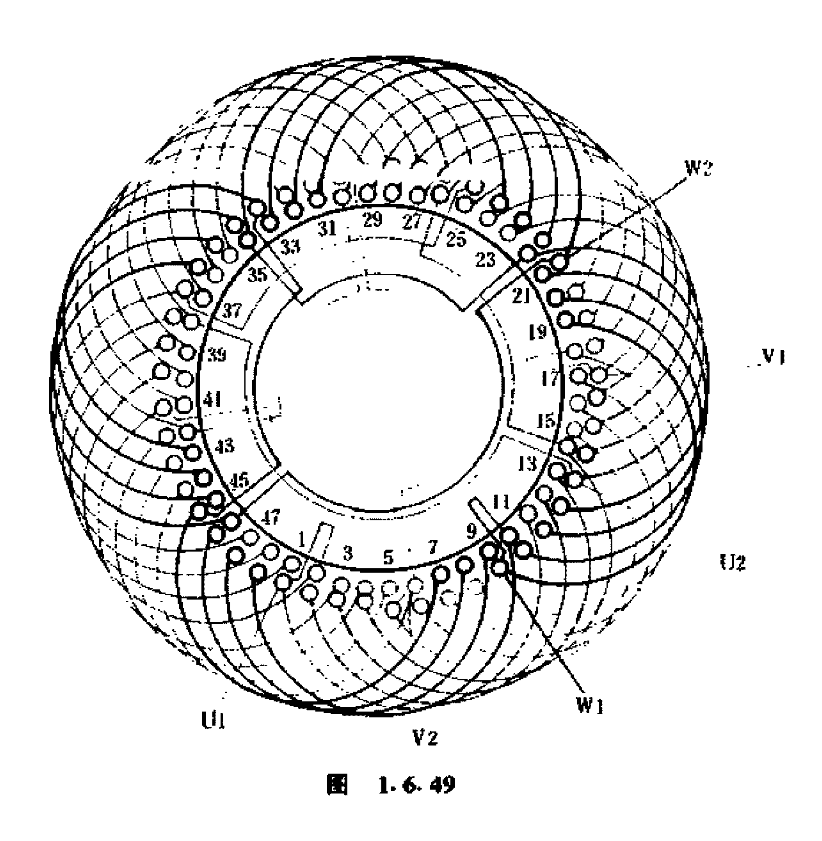


图 1.6.49

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=10$ 绕组系数 $K_{dp}=0.92$

2. 嵌线方法 绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

表 1.6.49 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	48	47	46	45	44	43	42		41		40		39	
	上层												4		3		2		1
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层	38		37		36	……			13		12		11		10		9	
	上层		48		47		……				23		22		21		20		19
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	8		7		6		5											
	上层		18		17		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

3. 特点与应用 绕组为二路并联，进线后分左右两路反极性串联。是电机产品中应用较多的布接线形式之一。主要应用实例有 Y－180L－4，JO2L－71－4 铝绕组电动机，YX－200L－4 高效率电动机及 TSN42.3/27－4、TSWN42.3/27－4 小容量水轮发电机等。

1.6.50 48槽4极双层叠式绕组布线接线图之五

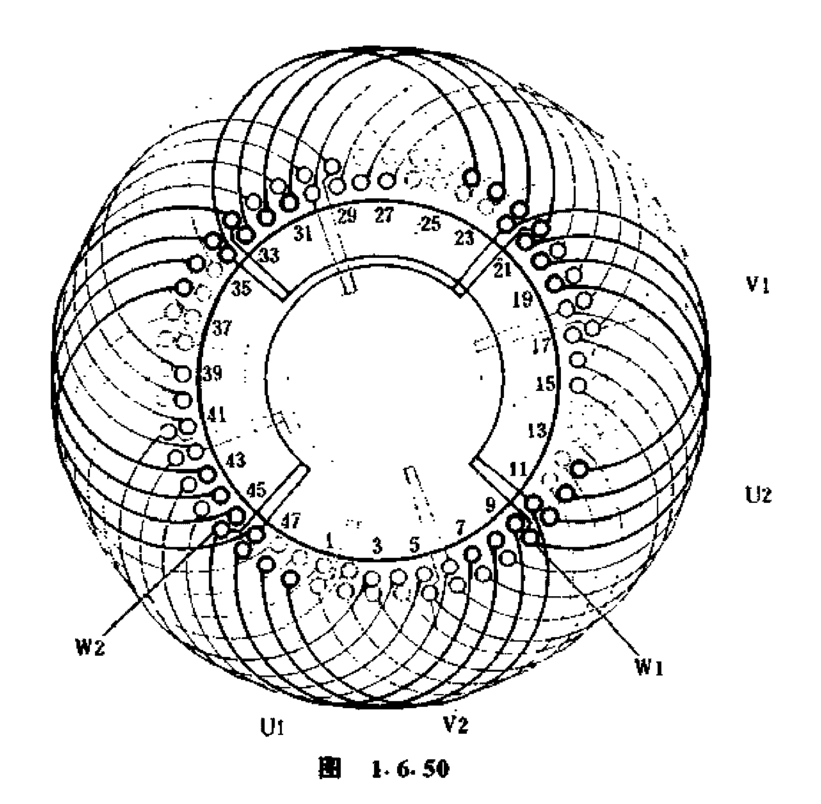


图 1.6.50

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=10$ 绕组系数 $K_{dp}=0.92$

2. 嵌线方法　本例为交叠嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见下表：

表 1.6.50 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38		37		36		35	
	上层												48		47		46		45

嵌绕次序		19	20	21	22	23	……	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层	34		33		32	……	9		8		7		6		5	
	上层		44		43		……		19		18		17		16		15

嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　绕组布线同上例，但采用四路并联，接线时要求同相相邻组间极性相反。此绕组应用也较多，主要实例有Y200L－4，高效率电动机YX－180M－4、铝绕组电动机JO2L－72－4等。

1.6.51　48 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图之六

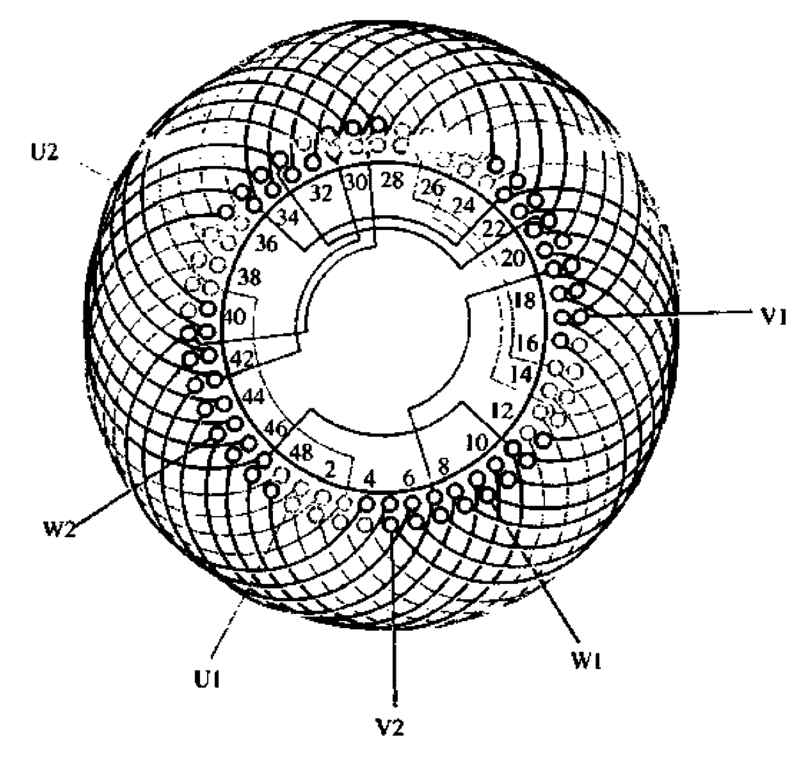


图　1.6.51

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=48$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.991$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=11$　绕组系数　$K_{dp}=0.949$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线法，吊边数为 11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.51　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37		36		35		34		33		32		31
	上层													48		47		46		45		44		43	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19
	上层	42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8		7
	上层	30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19	

嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层		6		5		4		3		2		1												
	上层	18		17		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　绕组节距较上例增加 1 槽，绕组系数稍有提高。此绕组为一路串联接线，应用较少。主要实例有 Y 系列绕线式异步电动机 YR280－4 转子绕组等。

1.6.52　48 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图之七

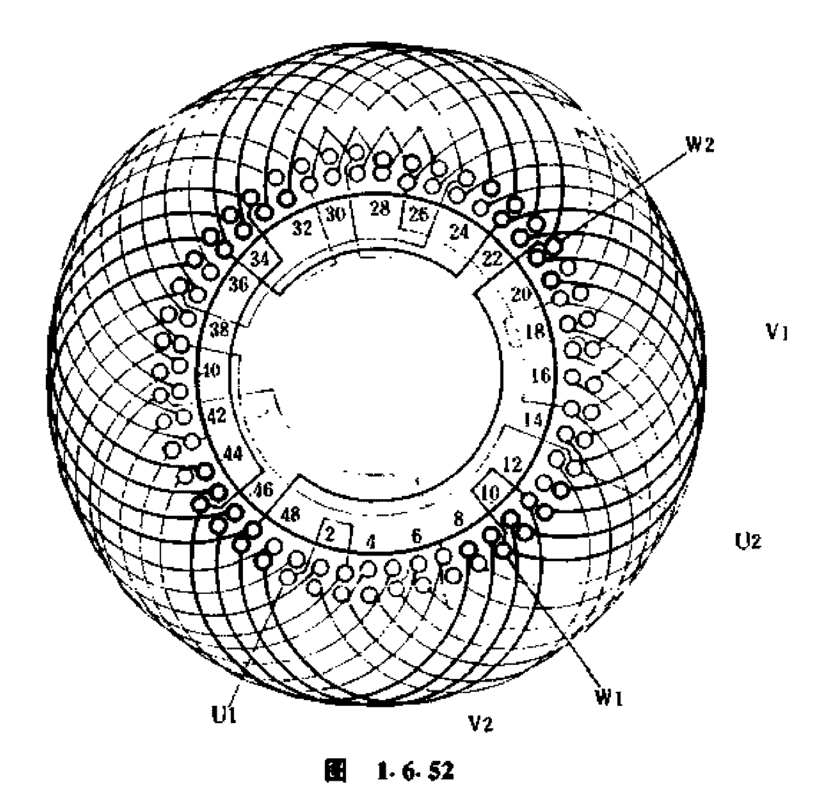


图　1.6.52

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=48$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.991$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=11$　绕组系数　$K_{dp}=0.949$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠法，吊边数为 11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.52　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	48	47	46	45	44	43	42	41		40		39		38
	上层													4		3		2	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		37		36		……				12		11		10		9		8
	上层	1		48		47	……			24		23		22		21		20	

嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		7		6		5												
	上层	19		18		17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

3. 特点与应用　　绕组布线同上例，但采用二路并联，接线时在进线后向左右两侧走线，并确保同相相邻线圈组极性相反。主要应用实例有绕线式异步电动机 YR－225M1－4 等。

1.6.53 48槽4极双层叠式绕组布线接线图之八

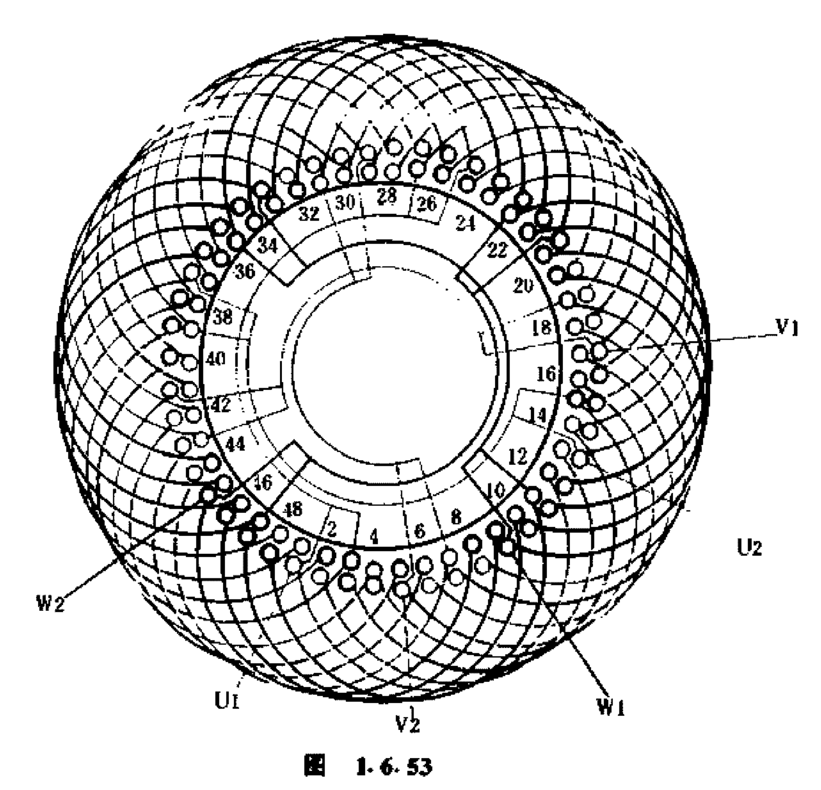


图 1.6.53

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.991$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=11$ 绕组系数 $K_{dp}=0.949$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.53 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37		36		35		34
	上层													48		47		46	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78		
槽号	下层		33		32		……		8		7		6		5		4		
	上层	45		44		43	……	20		19		18		17		16			
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　绕组布线同上例，但采用四路并联接线。主要应用实例有Y系列电动机，如Y－225S－4及YR－225M2－4等。

1.6.54　48 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图之九

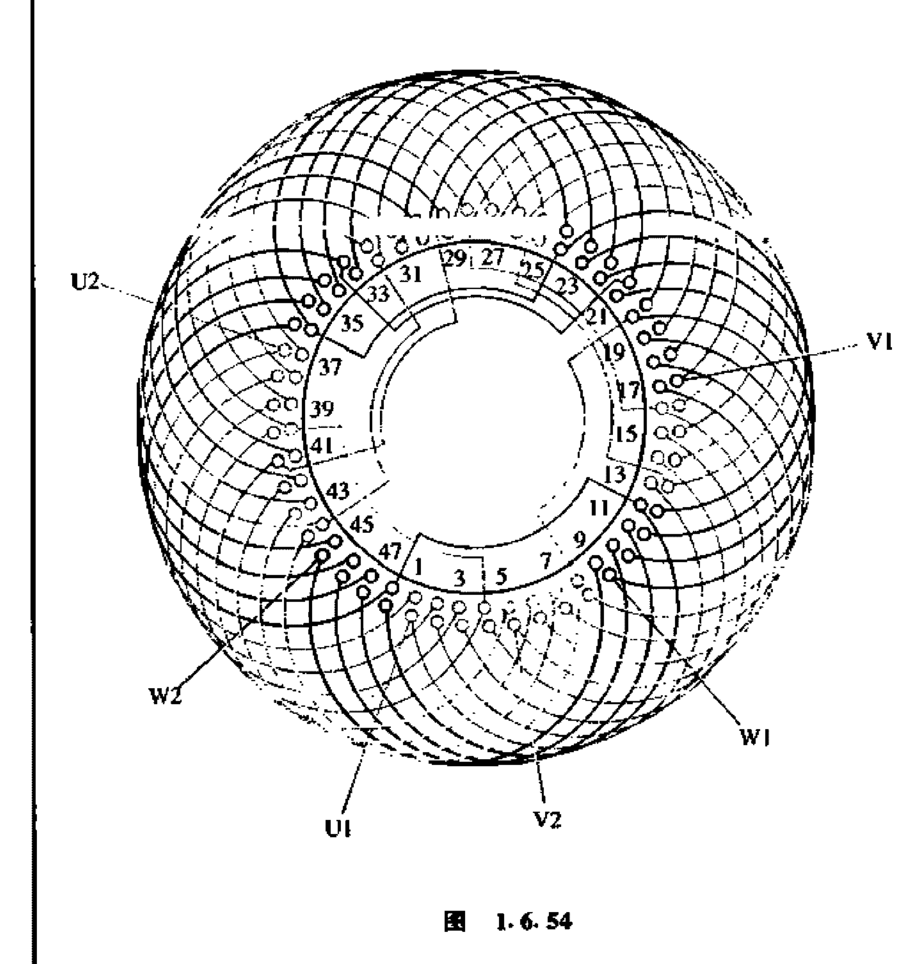


图　1.6.54

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=48$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=1.0$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=12$　绕组系数　$K_{dp}=0.958$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 12。嵌线顺序见下表：

表 1.6.54　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36		35		34	
	上层														48		47		46
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层	33		32		31	……			8		7		6		5		4	
	上层		45		44		……				20		19		18		17		16
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	3		2		1													
	上层		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例采用满距布线，吊边数较多，给嵌线增加了难度，故一般应用于定子铁心内腔较大的电机；此外，绕组存在的三次谐波也较大，电机运行性能较差，故目前的产品极少应用，仅用于 J91－4、J92－4 等老式异步电动机。

1.6.55 48槽6极双层叠式绕组布线接线图之一

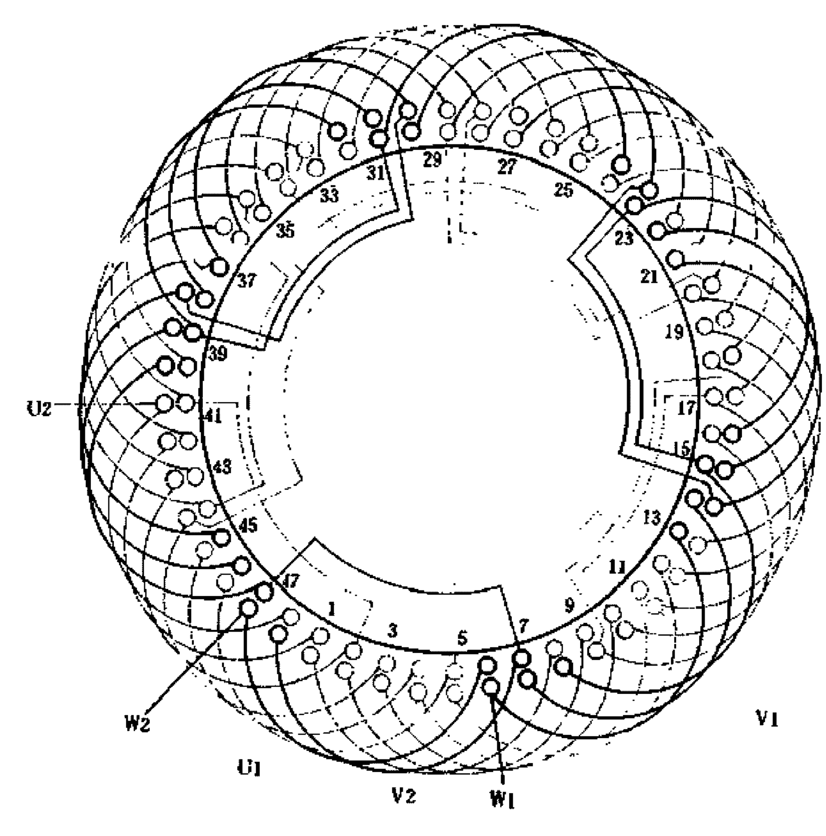


图 1.6.55

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=2\frac{2}{3}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=2\frac{2}{3}$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=48$　绕组极距 $\tau=8$　节距系数 $K_p=0.981$

线圈组数 $u=18$　线圈节距 $Y=7$　绕组系数 $K_{dp}=0.938$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.55　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41		40		39		38		37		36		35		34		33
	上层									48		47		46		45		44		43		42		41	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	……			60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		32		31		30		29	……			15		14		13		12		11		10		9
	上层	40		39		38		37		……				22		21		20		19		18		17	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1								
	上层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　此例三相电势相角不能满足互差120°电角度的条件，绕组内可能产生环流而引起发热、噪声和振动，故属非对称分数绕组。但当 $C\geqslant 6$（C 为每极相槽数化为假分数后的假分子数）时，三相绕组的相角偏差将小于3°，其电势偏差对电动机性能影响不大；而本例 $C=8$，故实用上还是允许的。

本例线圈分布循环规律为3　2　3　2　3　3　3　3　2。三相绕组按对应磁极下的分布情况见下表：

绕组相别	U						V						W					
磁极序列	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
每组线圈数	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2

注：带“—”者为进线端

主要应用实例有 YR—132M1—6 等绕线式异步电动机。

1.6.56 48 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之二

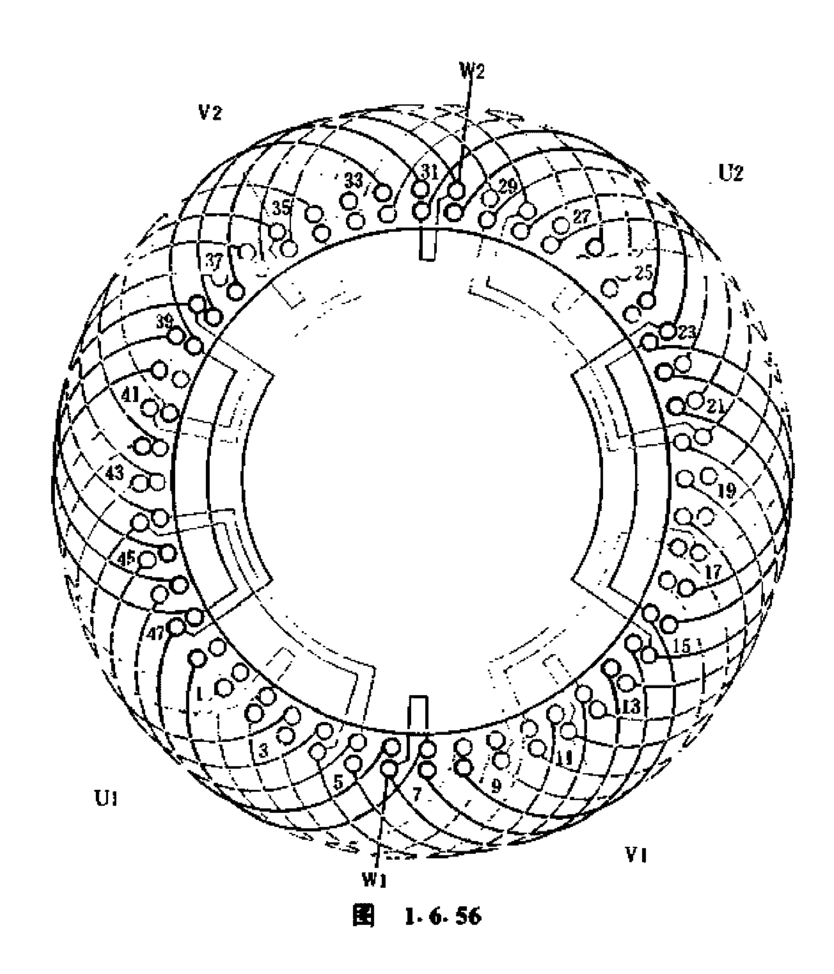


图 1.6.56

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=2\frac{2}{3}$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=2\frac{2}{3}$ 分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=8$ 节距系数 $K_p=0.981$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $Y=7$ 绕组系数 $K_{dp}=0.938$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.56 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	48	47	46	45	44		43		42		41		40		39
	上层									3		2		1		48		47	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		38		37		……				13		12		11		10		9
	上层	46		45		44	……			21		20		19		18		17	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用　　绕组特点同上例，但采用二路并联接线，进线后分左右两路反极性串联，每一路包括三组、8 个线圈。主要应用实例有 YR－160L－6 绕线式异步电动机。

1.6.57 48槽8极双层叠式绕组布线接线图之一

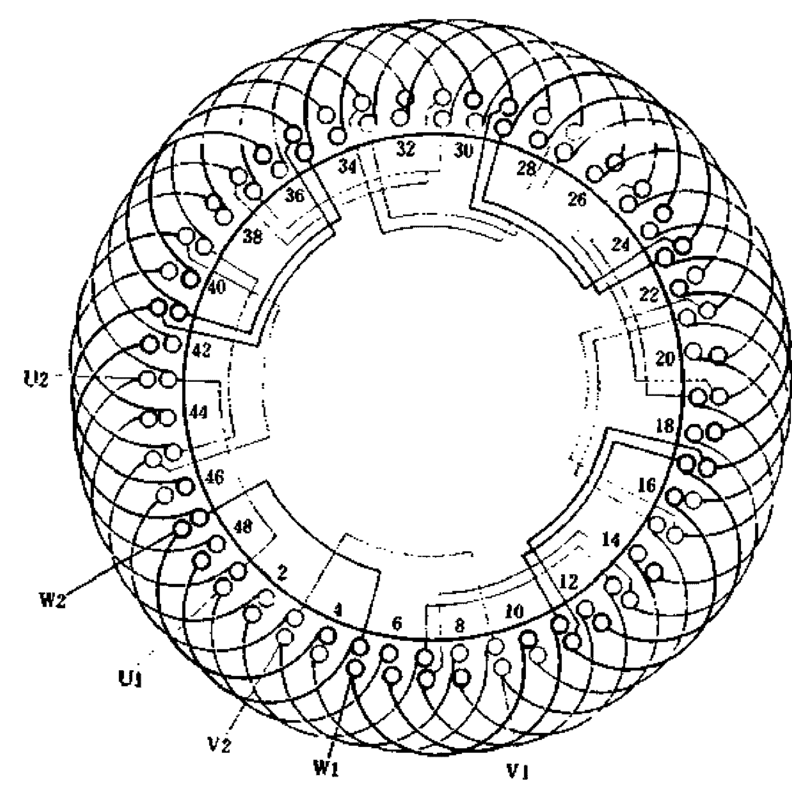


图 1.6.57

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2$　分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=48$　绕组极距 $\tau=6$　节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=24$　线圈节距 $Y=5$　绕组系数 $K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表 1.6.57 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	48	47	46	45	44	43		42		41		40		39		38		37		36		35		34
	上层							48		47		46		45		44		43		42		41		40	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		33		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22
	上层	39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		29		28	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		21		20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10
	上层	27		26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16	

嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层		9		8		7		6		5		4		3		2		1						
	上层	15		14		13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　8极电机极距较短，嵌线吊边数也少，宜采用短1槽较大节距来获得较高的绕组系数。此绕组为一路串联接线，一般仅用于小型电机。主要应用实例有绕线式异步电动机YR－160M－8等。

1.6.58 48 槽 8 极双层叠式绕组布线接线图之二

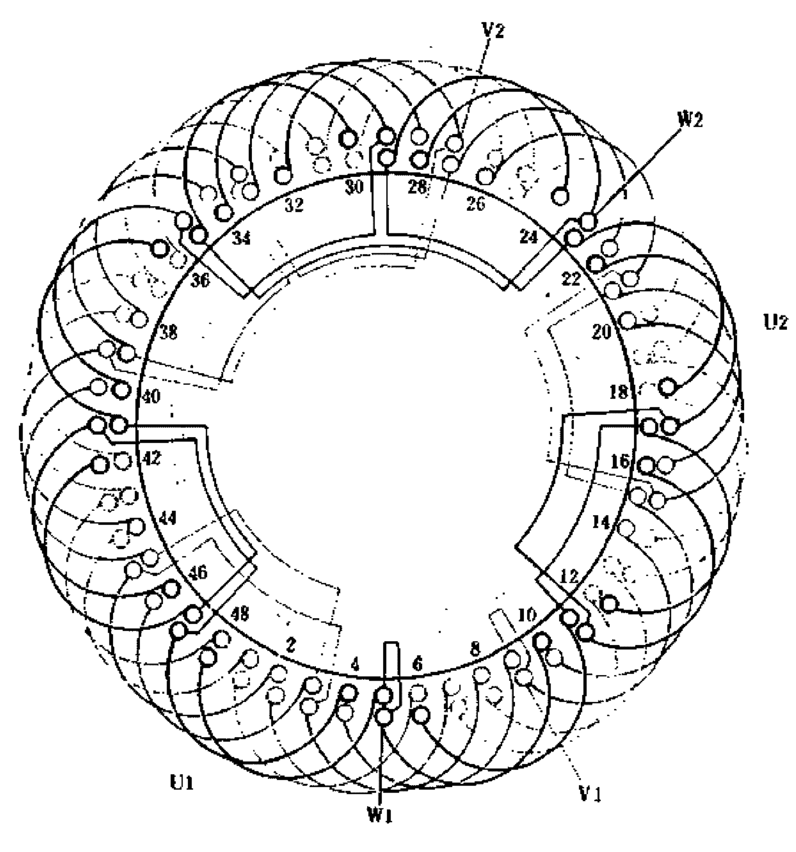


图 1.6.58

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=2$ 分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=6$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=24$ 线圈节距 $Y=5$ 绕组系数 $K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线顺序见下表：

表 1.6.58 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	48	47	46	45		44		43		42		41		40		39
	上层							2		1		48		47		46		45	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	……	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		38		37		……		13		12		11		10		9
	上层	44		43		42	……	19		18		17		16		15	

嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		8		7		6		5		4		3						
	上层	14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3

3. 特点与应用　基本同上例，但采用二路并联接线。主要应用实例有 JO－72－8，绕线式异步电动机 YR－160L－8 及 Y－280S－8 转子绕组。

1.6.59 48槽8极双层叠式绕组布线接线图之三

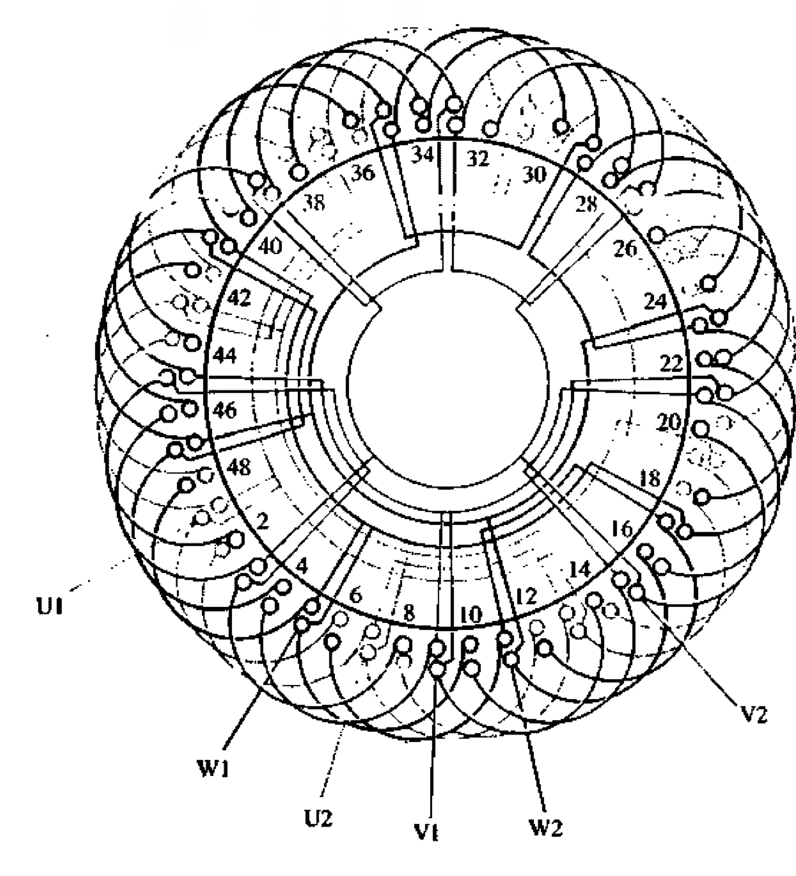


图 1.6.59

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=2$ 分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=6$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=24$ 线圈节距 $Y=5$ 绕组系数 $K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠嵌线法，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表 1.6.59　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43		42		41		40		39		38		37
	上层							48		47		46		45		44		43	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		36		35		……				11		10		9		8		7
	上层	42		41		40	……			17		16		15		14		13	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		6		5		4		3		2		1						
	上层	12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例特点与上同，但采用四路并联。主要应用于老产品，实例有JO—73—8等。

1.6.60　54槽6极双层叠式绕组布线接线图之一

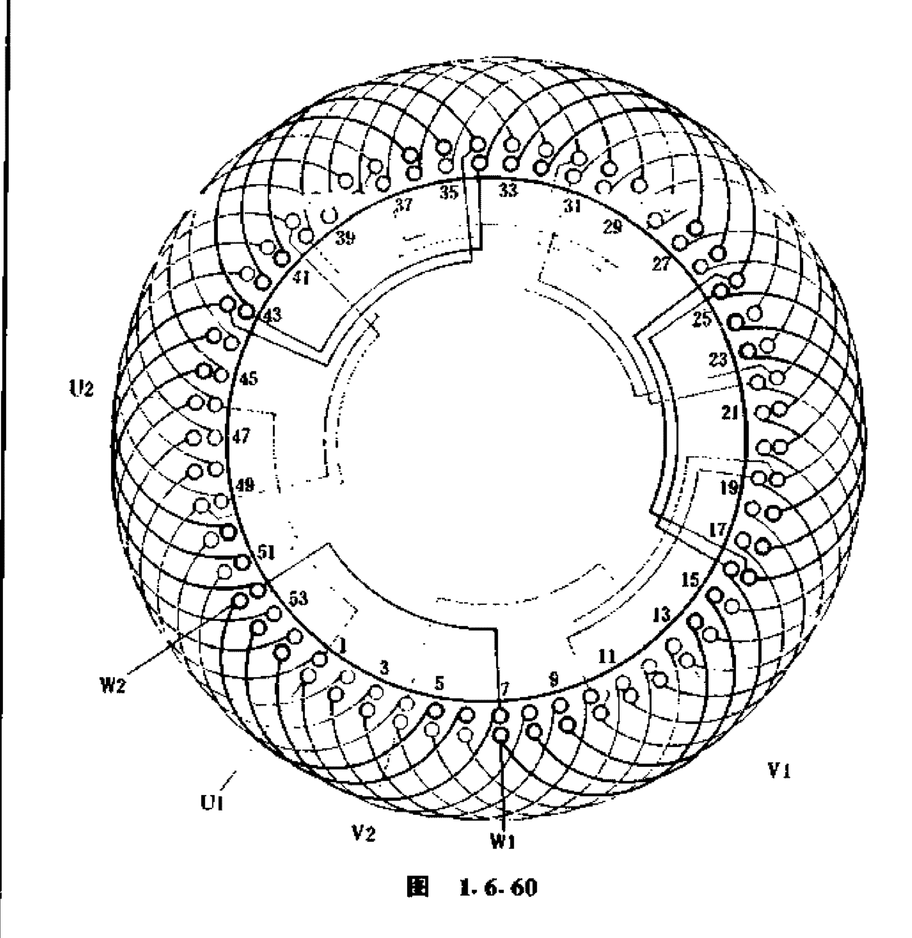


图　1.6.60

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=54$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=3$　分布系数　$K_d=0.96$

总线圈数　$Q=54$　绕组极距　$\tau=9$　节距系数　$K_p=0.94$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=7$　绕组系数　$K_{dp}=0.902$

2. 嵌线方法　　采用交叠法，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.60　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45		44		43		42		41		40
	上层									54		53		52		51		50		49		48	

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	……
嵌入槽号	下层		39		38		37		36		35		34		33		32		31		……
	上层	47		46		45		44		43		42		41		40		39		38	……

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
嵌入槽号	下层		6		5		4		3		2		1								
	上层	14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例定子为54槽6极，一般属中容量电机，采用并联支路数 $a=1$ 时，主要应用于高压绕组。实例主要有JS－116－6等。

1.6.61 54 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之二

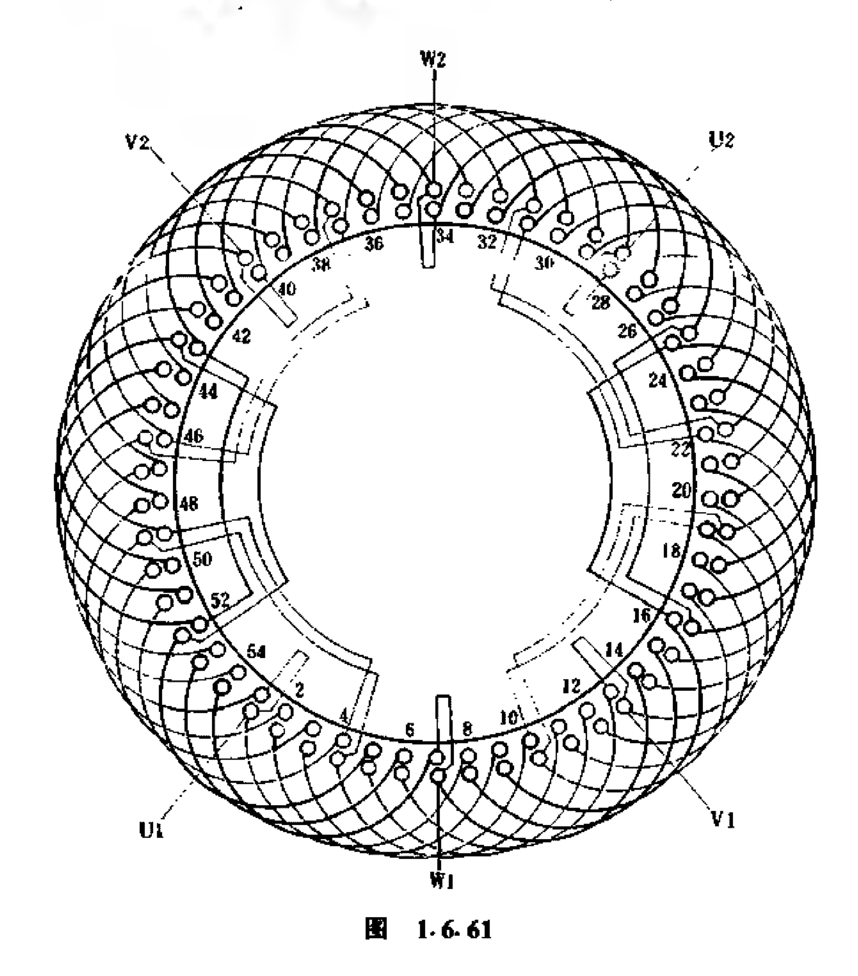


图 1.6.61

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=54$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.94$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $Y=7$ 绕组系数 $K_{dp}=0.902$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.61 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	54	53	52	51	50		49		48		47		46		45
	上层									3		2		1		54		53	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		44		43		……				13		12		11		10		9
	上层	52		51		50	……			21		20		19		18		17	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用　绕组采用二路并联，接线时，在进线槽分左右两路走线，每路有 3 个线圈组，按同相相邻极性相反的原则接线。此绕组主要应用于小容量水轮发电机电枢，实例有 TSWN36.8/12.6－6、TSN36.8/12.6－6 等。

1.6.62 54槽6极双层叠式绕组布线接线图之三

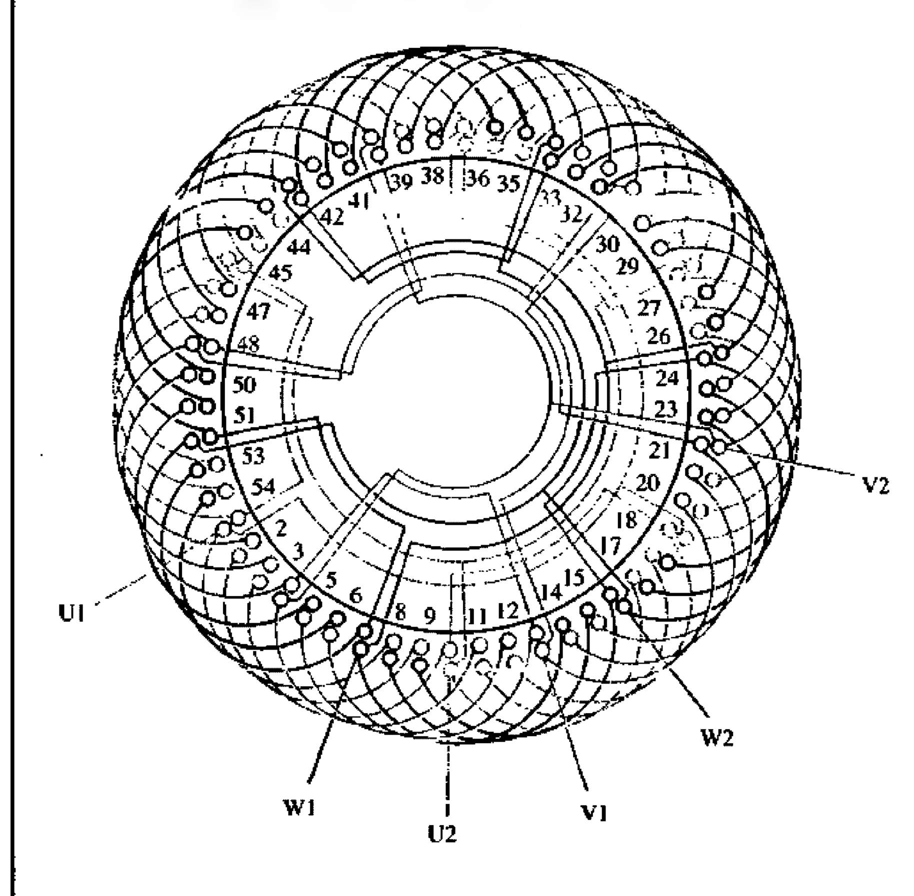


图 1.6.62

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=3$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=54$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.94$

线圈组数 $u=18$　线圈节距 $Y=7$　绕组系数 $K_{dp}=0.902$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.62 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45		44		43		42
	上层									54		53		52		51		50	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	……			82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		41		40		39	……			10		9		8		7		6
	上层	49		48		47		……				17		16		15		14	

嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例采用三路并联，每一支路由正、反两线圈组串联而成，并采用短跳连接。主要应用实例有 J71－6、J72－6 等。

1.6.63　54槽6极双层叠式绕组布线接线图之四

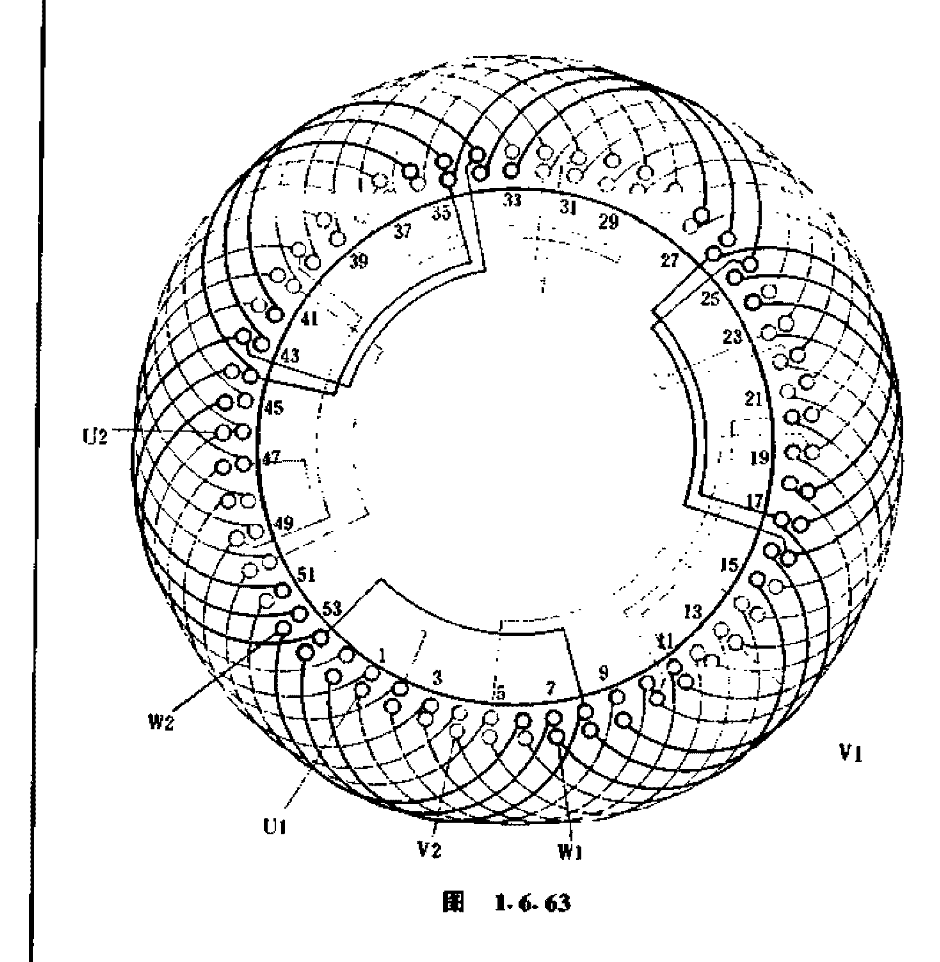


图　1.6.63

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=54$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=3$　分布系数　$K_d=0.96$

总线圈数　$Q=54$　绕组极距　$\tau=9$　节距系数　$K_p=0.985$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=8$　绕组系数　$K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.63　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47	46		45		44		43		42		41		40	
	上层										54		53		52		51		50		49		48

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层	39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		29	
	上层		47		46		45		44		43		42		41		40		39		38		37

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	······
嵌入槽号	下层	28		27		26		25		24		23		22		21		20		19	······
	上层		36		35		34		33		32		31		30		29		28		······

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
嵌入槽号	下层	6		5		4		3		2		1									
	上层		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　此方案采用一路串联，常以多根导线并绕，故使线圈绕制较耗工时，但绕组系数较高，是交流电动机的基本布线型式之一。主要应用实例有 Y－160M－6、JO4－71－6 等。

1.6.64　54 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之五

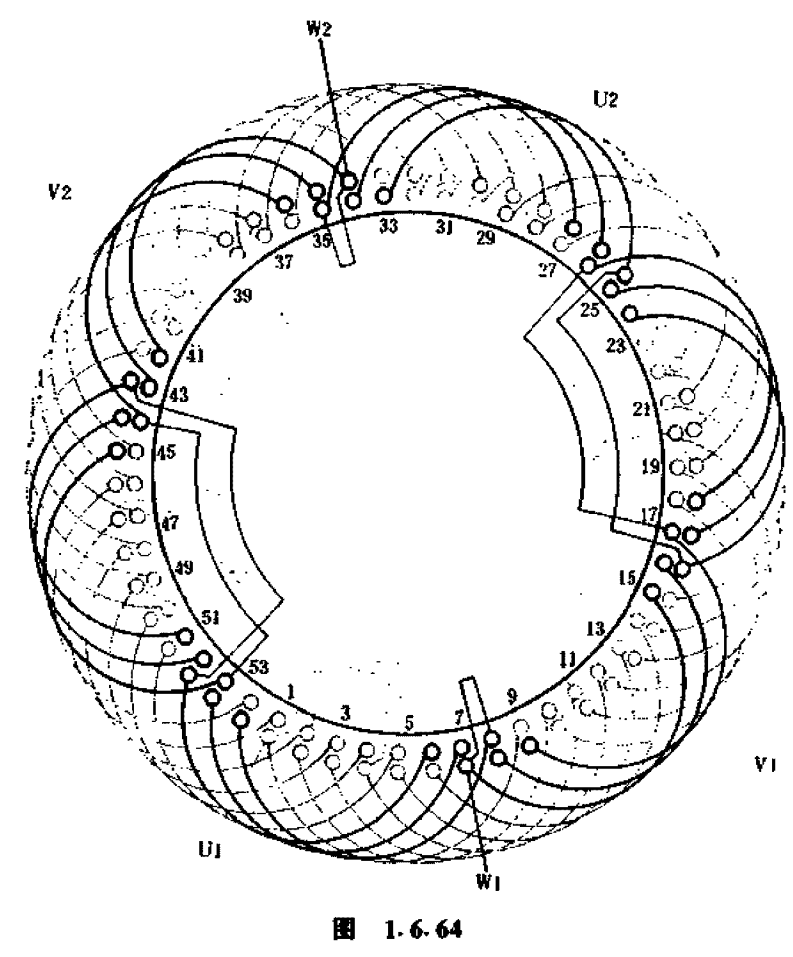


图　1.6.64

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=54$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=3$　分布系数　$K_d=0.96$

总线圈数　$Q=54$　绕组极距　$\tau=9$　节距系数　$K_p=0.985$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=8$　绕组系数　$K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.64　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	54	53	52	51	50	49		48		47		46		45	
	上层										3		2		1		54		53
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	……			82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	44		43		42		……				12		11		10		9	
	上层		52		51		50	……			21		20		19		18		17
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用　基本同上例，但采用二路并联接线，是低压电动机最常用的布线接线形式之一。此绕组应用较广，实例有 Y－180L－6，绕线式电动机 YR－225M2－6，小容量水轮发电机 TSN42.3/19－6、TSWN42.3/25－6 等。

1.6.65 54槽6极双层叠式绕组布线接线图之六

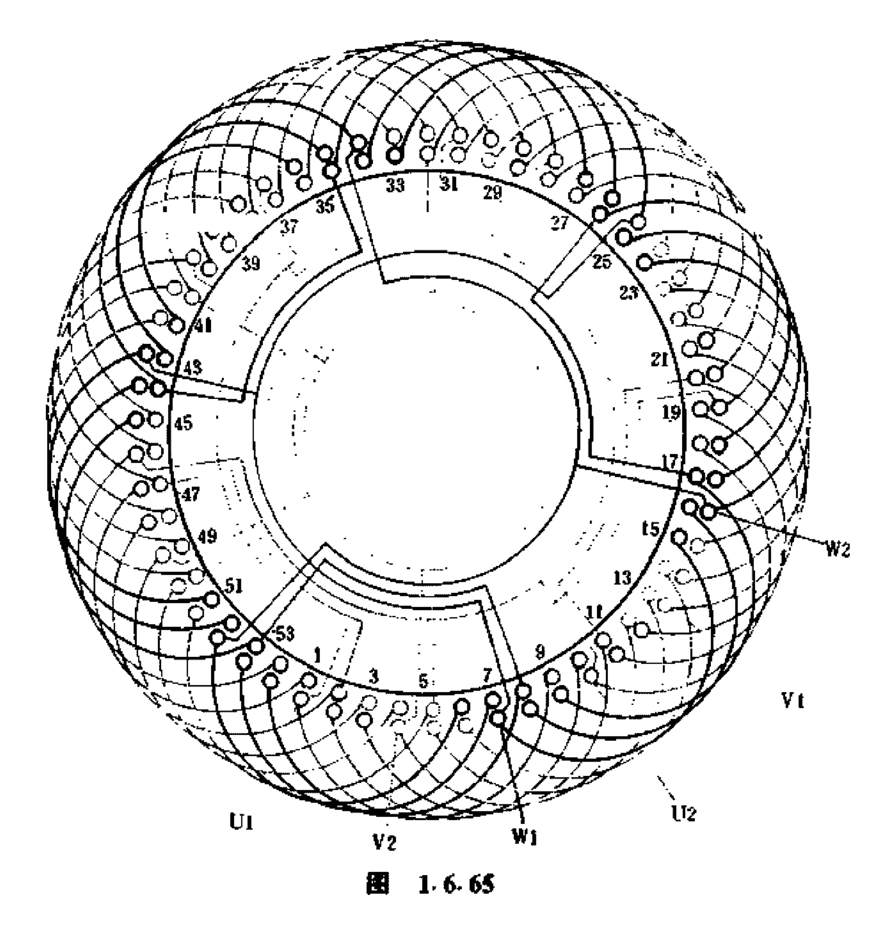


图 1.6.65

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=3$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=54$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $Y=8$ 绕组系数 $K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法 采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.65 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	9	8	7	6	5	4	3	2	1		54		53		52		51	
	上层										9		8		7		6		5
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			81	62	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	50		49		48	……			19		18		17		16		15	
	上层		4		3		……				27		26		25		24		23
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	14		13		12		11		10									
	上层		22		21		20		19		18	17	16	15	14	13	12	11	10

3. 特点与应用 本例是三路并联接线，每一支路由正反两线圈组构成。主要应用实例有铝绕组异步电动机 JO2L－62－6 及高效率电动机 YX－180L－6 等。

1.6.66 54槽6极双层叠式绕组布线接线图之七

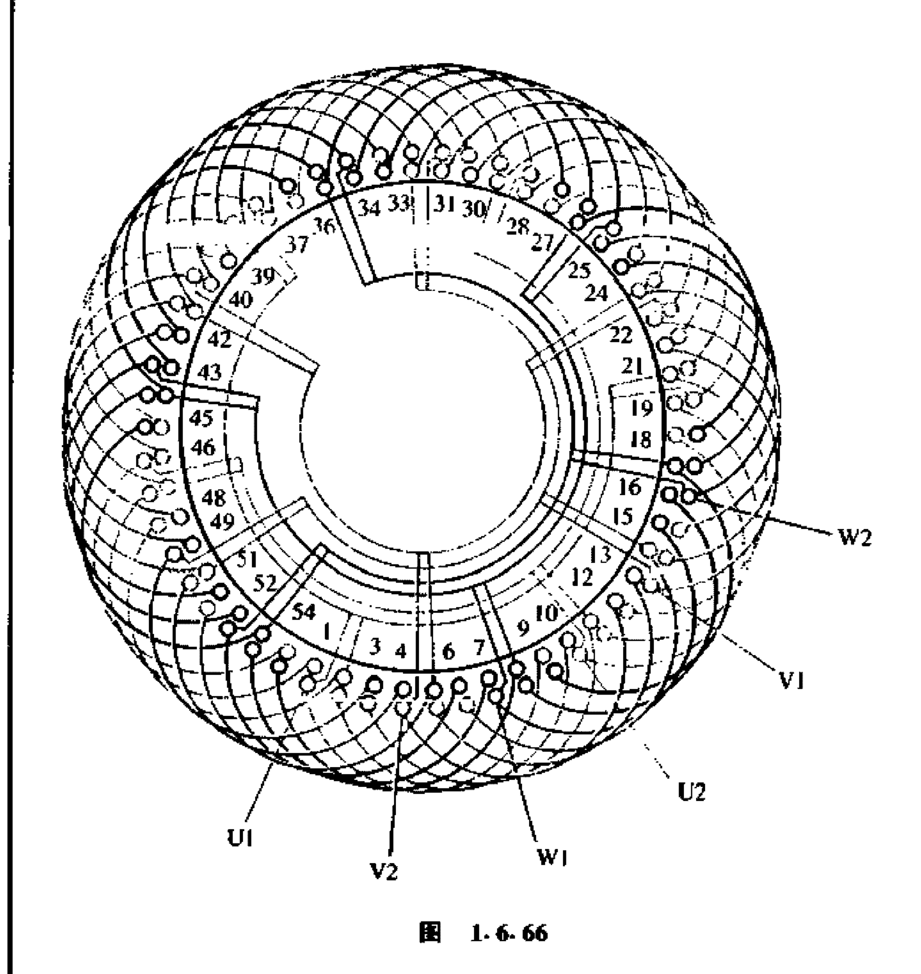


图 1.6.66

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=6$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=54$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=18$　线圈节距 $Y=8$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　嵌线采用交叠法，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.66 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47	46		45		44		43		42	
	上层										54		53		52		51		50
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	……			82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	41		40		39		……				9		8		7		6	
	上层		49		48		47	……			18		17		16		15		14
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例采用六路并联，每一支路只有一组线圈，并按同相相邻组间反极性并联。主要应用实例有JO－82－6等。

1.6.67 54槽6极双层叠式绕组布线接线图之八

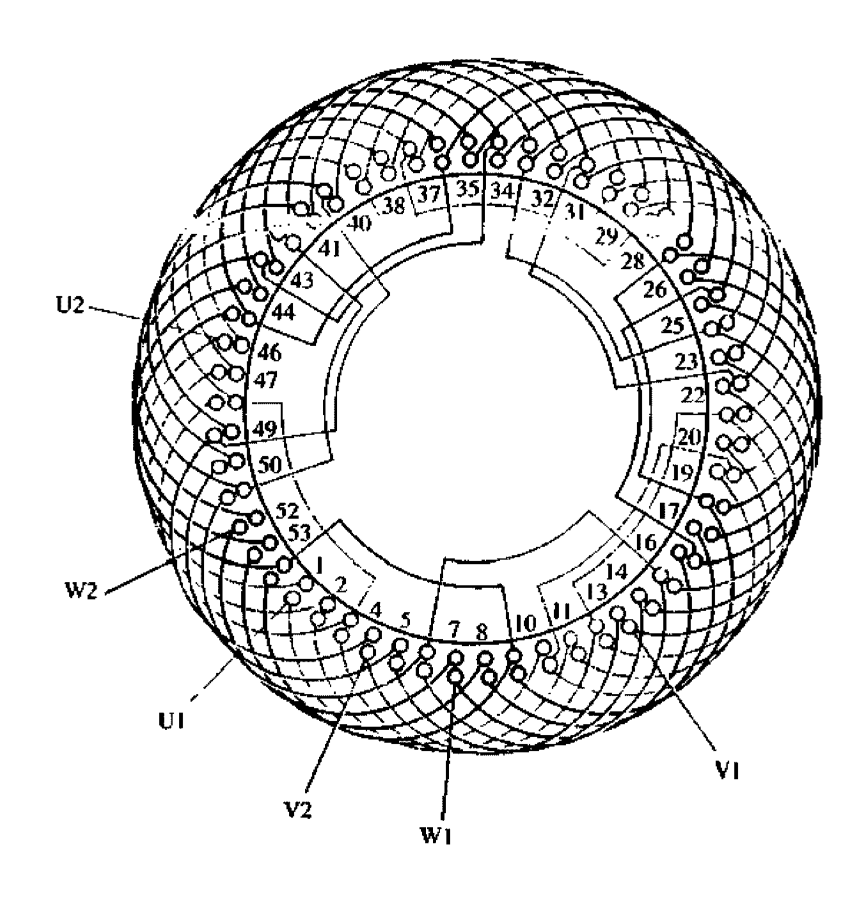


图 1.6.67

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=54$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=1.0$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $Y=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为9。嵌线顺序见下表：

表 1.6.67 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	54	53	52	51	50	49	48		47		46		45		44
	上层											3		2		1		54	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		43		42		……				12		11		10		9		8
	上层	53		52		51	……			22		21		20		19		18	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		7		6		5		4										
	上层	17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用　本例采用一路串联接线，每相6个线圈组按相邻反向串接。线圈选用全距，主要应用于绕线式电动机转子绕组，实例有进口设备电动机AK－51/6等。

1.6.68 54槽8极双层叠式绕组布线接线图之一

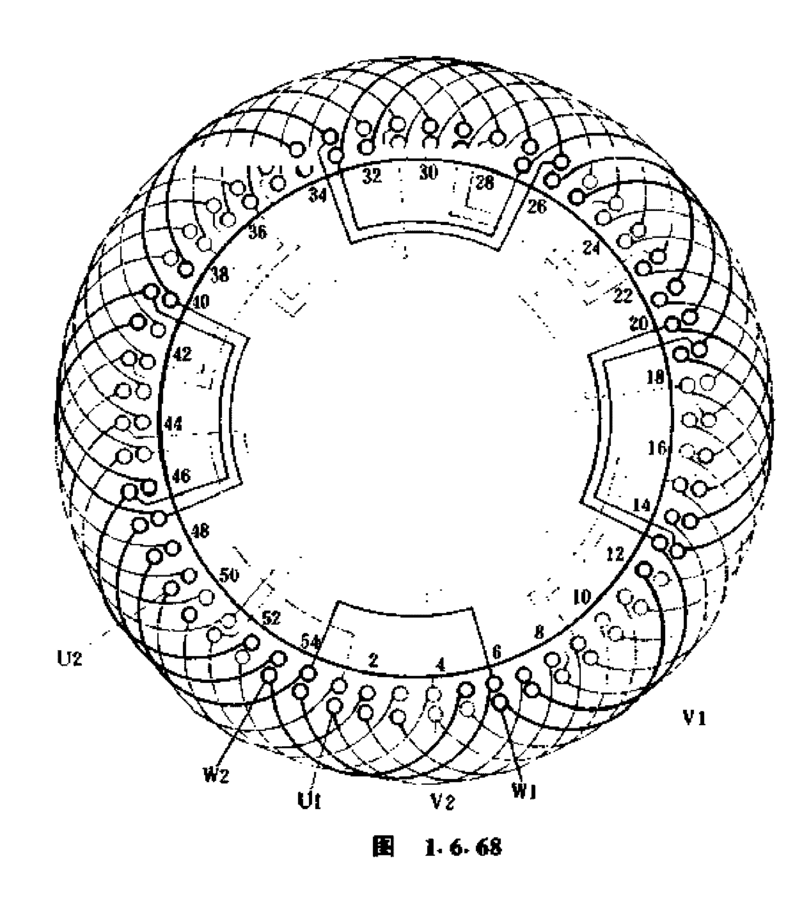


图 1.6.68

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$　每组圈数 $S=2\frac{1}{4}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2\frac{1}{4}$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=54$　绕组极距 $\tau=6\frac{3}{4}$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=24$　线圈节距 $Y=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.941$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为6。嵌线顺序见下表：

表 1.6.68　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48		47		46		45		44		43		42		41	
	上层								54		53		52		51		50		49		48		47

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层	40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30	
	上层		46		45		44		43		42		41		40		39		38		37		36

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	……
嵌入槽号	下层	29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	……
	上层		35		34		33		32		31		30		29		28		27		……

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
嵌入槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1							
	上层		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　此例为分数绕组方案，每组由3、2圈组成，并按3 2 2 2规律分布。主要应用实例有Y－160M－8、YR－180L－8等。

1.6.69 54 槽 8 极双层叠式绕组布线接线图之二

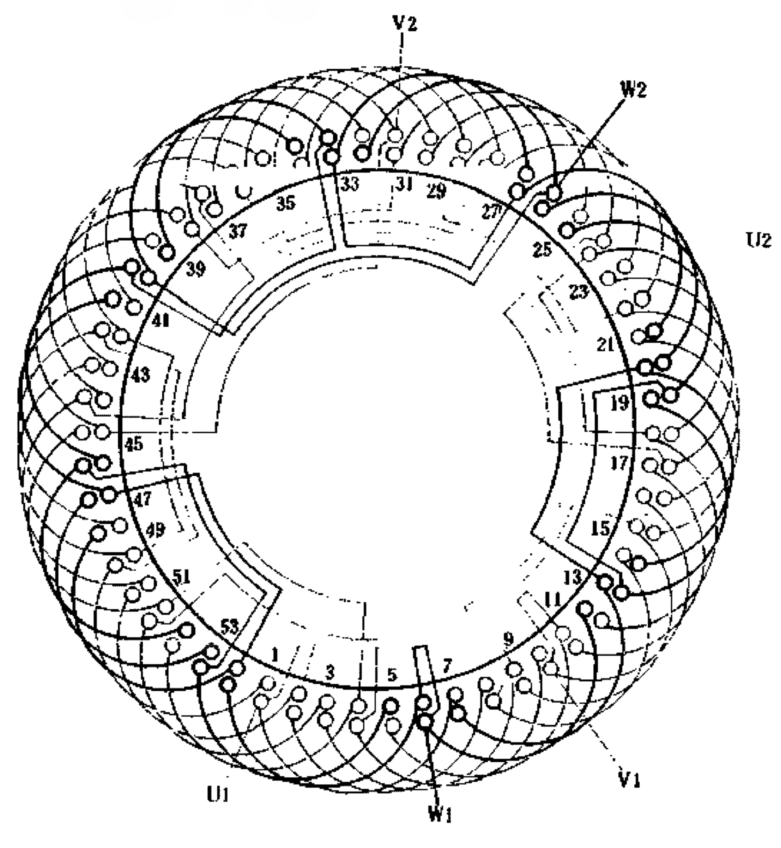


图 1.6.69

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=2\frac{1}{4}$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=2\frac{1}{4}$ 分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=54$ 绕组极距 $\tau=6\frac{3}{4}$ 节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=24$ 线圈节距 $Y=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.941$

2. 嵌线方法 采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 1.6.69 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	54	53	52	51		50		49		48		47		46	
	上层								3		2		1		54		53		52

嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	45		44		43	……			14		13		12		11		10	
	上层		51		50		……				20		19		18		17		16

嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	9		8		7		6		5		4							
	上层		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用 绕组是由 3、2 圈构成的分数绕组方案，其轮换循环规律为 3 2 2 2。三相进线不能满足互差 120°电角的要求，但仍应按 1、3、5 组引出。主要应用实例有 Y－180L－8 及铝绕组电动机 JO2L－61－8 等。

1.6.70　54 槽 10 极双层叠式绕组布线接线图

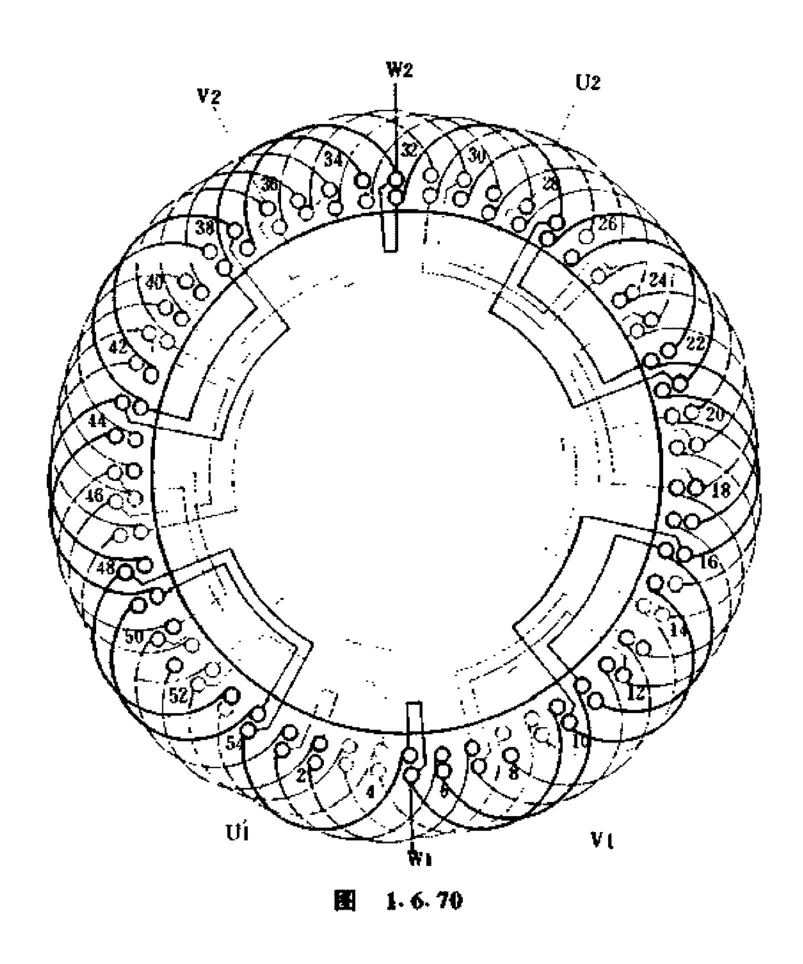


图　1.6.70

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=54$　每组圈数　$S=1\frac{4}{5}$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=10$　极相槽数　$q=1\frac{4}{5}$　分布系数　$K_d=0.956$

总线圈数　$Q=54$　绕组极距　$\tau=5\frac{2}{5}$　节距系数　$K_p=0.994$

线圈组数　$u=30$　线圈节距　$Y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.95$

2. 嵌线方法　　绕组用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线顺序见下表：

表 1.6.70　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	54	53	52	51	50	49		48		47		46		45		44		43		42		41
	上层							54		53		52		51		50		49		48		47	
嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30
	上层	46		45		44		43		42		41		40		39		38		37		36	
嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	……		
嵌入槽号	下层		29		28		27		26		25		24		23		22		21		……		
	上层	35		34		33		32		31		30		29		28		27		26	……		
嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108		
嵌入槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1		

3. 特点与应用　　绕组采用分数方案，采用二路并联，每支路由正、反相邻的 5 组线圈串联，并在进线后分左右两侧走线，每组线圈由单、双圈组成，布线的分布规律是 2　2　2　2　1。主要应用实例有辊道用异步电动机 JG2－71－10 等。

1.6.71 54槽12极双层叠式绕组布线接线图之一

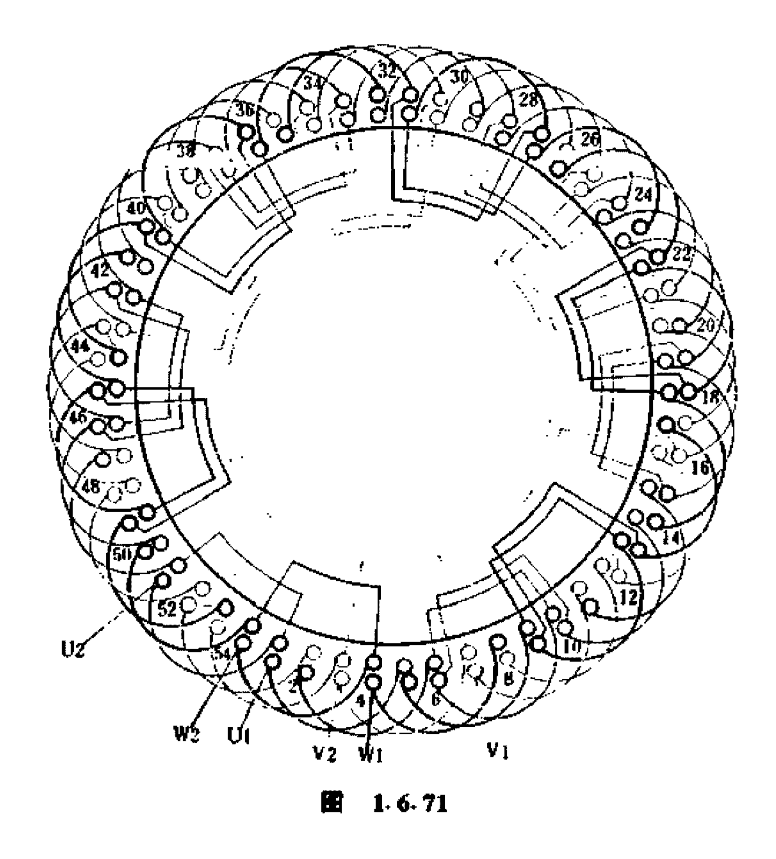


图 1.6.71

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=12$　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=54$　绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=36$　线圈节距 $Y=4$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　本例采用交叠嵌线法，吊边数为4。嵌线顺序如下表：

表 1.6.71　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	54	53	52	51	50		49		48		47		46		45		44		43		42	
	上层						54		53		52		51		50		49		48		47		46

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层	41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31	
	上层		45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	……
嵌入槽号	下层	30		29		28		27		26		25		24		23		22		21	……
	上层		34		33		32		31		30		29		28		27		26		……

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
嵌入槽号	下层	8		7		6		5		4		3		2		1					
	上层		12		11		10		9		8		7		6		5	4	3	2	1

3. 特点与应用　此绕组线圈节距仅较极距缩短半槽，绕组系数较高；而绕组极距为分数，属分数绕组方案。每线圈组由单、双圈组成，布线规律是2 1 2 1。主要应用实例有辊道用电动机JG2－61－12等。

1.6.72 54 槽 12 极双层叠式绕组布线接线图之二

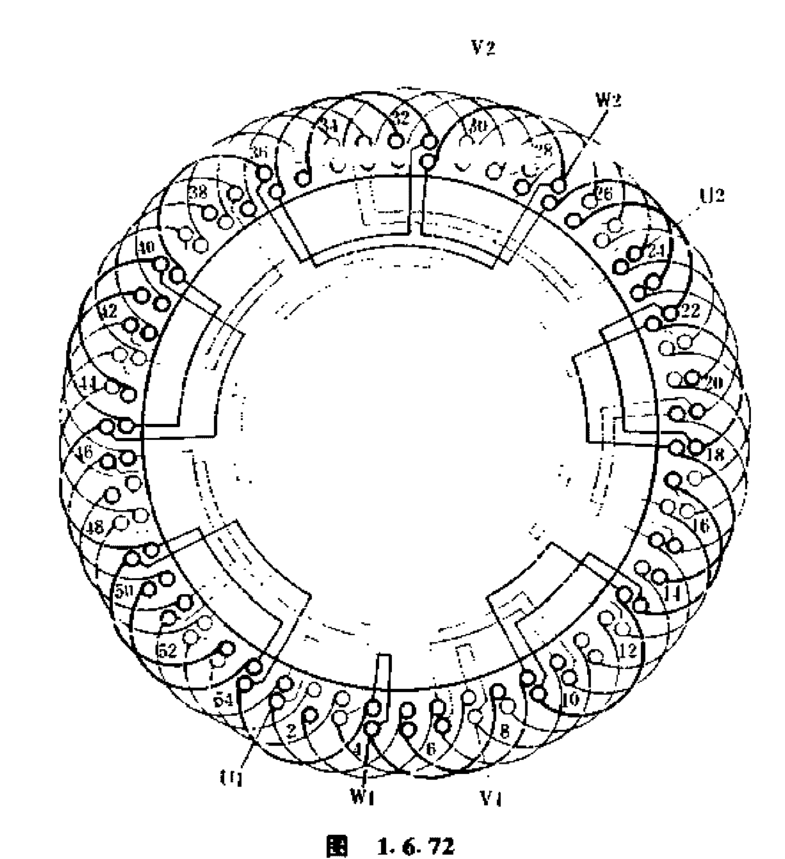


图 1.6.72

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=54$	每组圈数	$S=1\frac{1}{2}$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=12$	极相槽数	$q=1\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=54$	绕组极距	$\tau=4\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=36$	线圈节距	$Y=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为 4。嵌线顺序见下表：

表 1.6.72 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	54	53	52		51		50		49		48		47		46	
	上层						2		1		54		53		52		51		50

嵌绕次序		19	20	21	22	23	……	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	45		44		43	……	14		13		12		11		10	
	上层		49		48		……		18		17		16		15		14

嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3					
	上层		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3

3. 特点与应用　　本例为分数绕组，每组由单、双圈组成；采用二路并联接线，每一支路由 6 组线圈相邻反极性串联。主要应用实例有辊道用电动机 JG2—62—12 等。

1.6.73　54 槽 16 极双层叠式绕组布线接线图

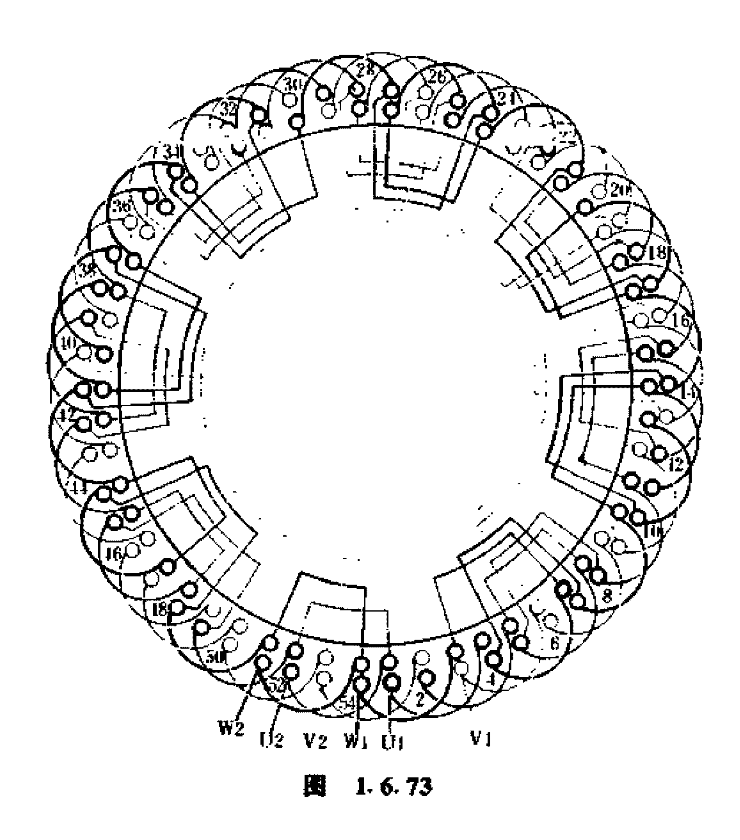


图　1.6.73

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=54$　每组圈数　$S=1\frac{1}{8}$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=16$　极相槽数　$q=1\frac{1}{8}$　分布系数　$K_d=0.956$

总线圈数　$Q=54$　绕组极距　$\tau=4$　节距系数　$K_p=0.896$

线圈组数　$u=48$　线圈节距　$Y=3$　绕组系数　$K_{dp}=0.857$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线法，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.6.73　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	54	53	52	51		50		49		48		47		46		45		44		43		42
	上层					54		53		52		51		50		49		48		47		46	

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31
	上层	45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35	

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	……	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
嵌入槽号	下层		30		29		28		……		14		13		12		11		10		9
	上层	34		33		32		31	……	18		17		16		15		14		13	

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
嵌入槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1				
	上层	12		11		10		9		8		7		6		5		4	3	2	1

3. 特点与应用　　此例为分数绕组，每组由单、双圈按 2 1 1 1 1 1 1 1 规律分布；此外，由于极距较短，采用短节距线圈后，绕组系数较低。此绕组仅见于辊道用低速电动机，其余极少采用。主要实例有 JG2－72－16。

1.6.74　60槽4极双层叠式绕组布线接线图之一

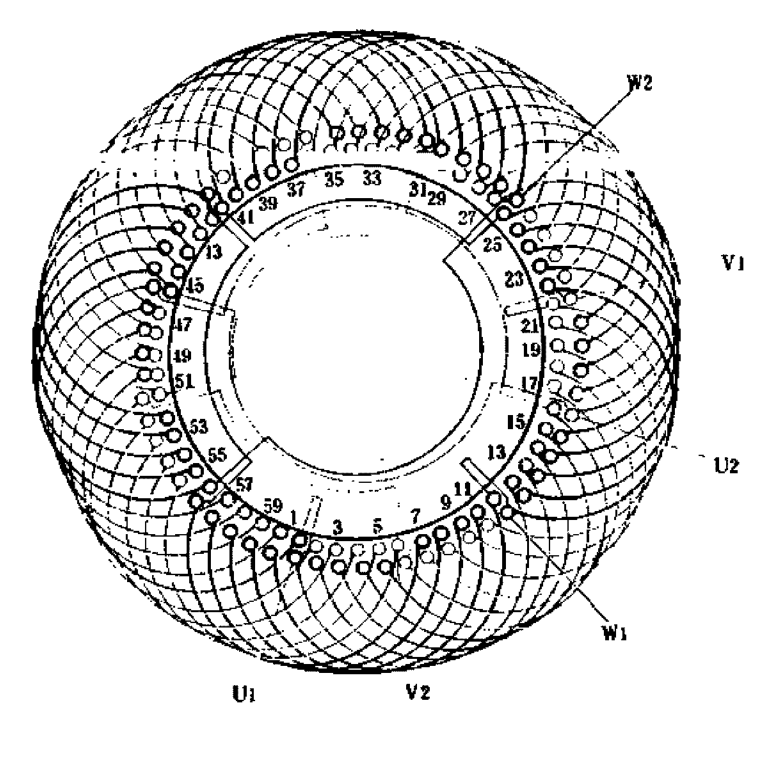


图　1.6.74

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=5$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=5$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=15$　节距系数　$K_p=0.914$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=11$　绕组系数　$K_{dp}=0.875$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.74　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49		48		47		46		45		44		43
	上层													60		59		58		57		56		55	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31
	上层	54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44		43	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	……		
嵌入槽号	下层		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		……		
	上层	42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32	……		
嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层		6		5		4		3		2		1												
	上层	18		17		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本绕组采用较小的跨距，便于嵌线，但绕组系数较低。主要应用于三相小型同步发电机电枢，实例有 T2－250L－4 等。

1.6.75 60槽4极双层叠式绕组布线接线图之二

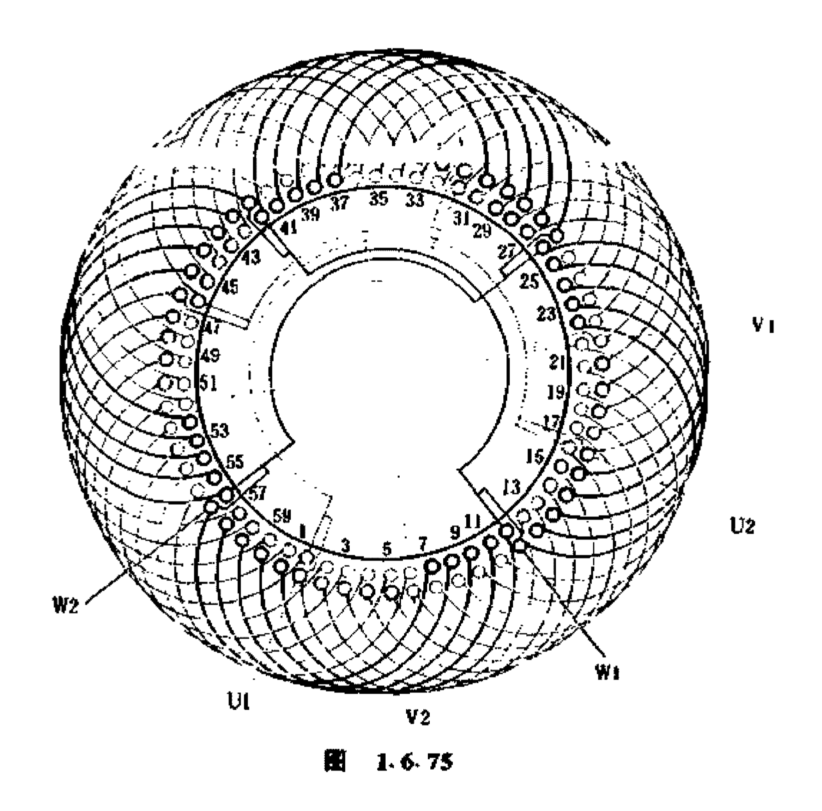


图 1.6.75

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=60$　每组圈数 $S=5$　并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=5$　分布系数 $K_d=0.957$

总线圈数 $Q=60$　绕组极距 $\tau=15$　节距系数 $K_p=0.914$

线圈组数 $u=12$　线圈节距 $Y=11$　绕组系数 $K_{dp}=0.875$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.75　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54		53		52		51
	上层													5		4		3	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……			97	98	99	100	101	102
槽号	下层		50		49		48		47		……				11		10		9
	上层	2		1		60		59		58	……			23		22		21	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		8		7		6												
	上层	20		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

3. 特点与应用　绕组特点同上例，但采用四路并联接线，每支路仅一组线圈，按相邻反向并联。此绕组主要用于小型同步发电机，实例有T2－250M－4等。

1.6.76　60槽4极双层叠式绕组布线接线图之三

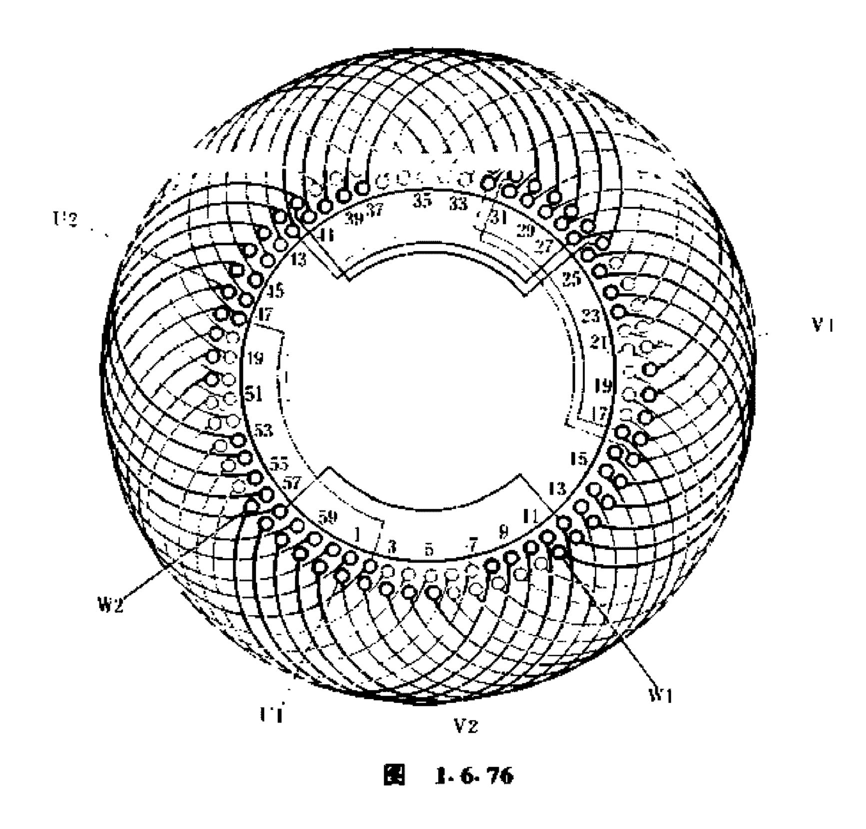


图　1.6.76

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=5$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=5$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=15$　节距系数　$K_p=0.951$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=12$　绕组系数　$K_{dp}=0.91$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见下表：

表 1.6.76　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48		47		46		45		44		43	
	上层														60		59		58		57		56		55

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31	
	上层		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44		43

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	……
嵌入槽号	下层	30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	……
	上层		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		……

嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层	6		5		4		3		2		1													
	上层		18		17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例节距较上例加1槽，绕组系数稍高。主要应用实例有JR－136－4等。

1.6.77　60 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图之四

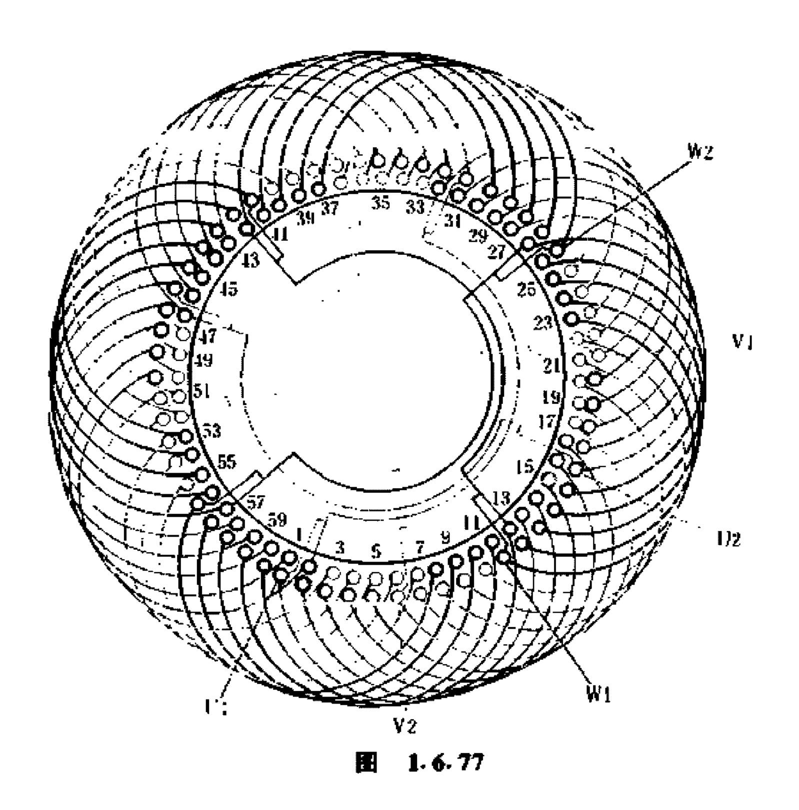


图　1.6.77

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=5$　并联路数　$a=4$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=5$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=15$　节距系数　$K_p=0.951$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$Y=12$　绕组系数　$K_{dp}=0.91$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 12。嵌线顺序见下表：

表 1.6.77　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54	53		52		51	
	上层														5		4		3

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层	50		49		48		47	……	12		11		10		9	
	上层		2		1		60		……		24		23		22		21

嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	8		7		6													
	上层		20		19		18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

3. 特点与应用　　布线特点同上例，但接线采用四路并联，即每一支路只有一线圈组，且相邻组间必须反向并接。主要应用实例有铝线绕组异步电动机 JO2L－91－4，小型同步发电机 T2－355M－4 和小型同步水轮发电机 TFS－42.3/19 等。

1.6.78 60槽4极双层叠式绕组布线接线图之五

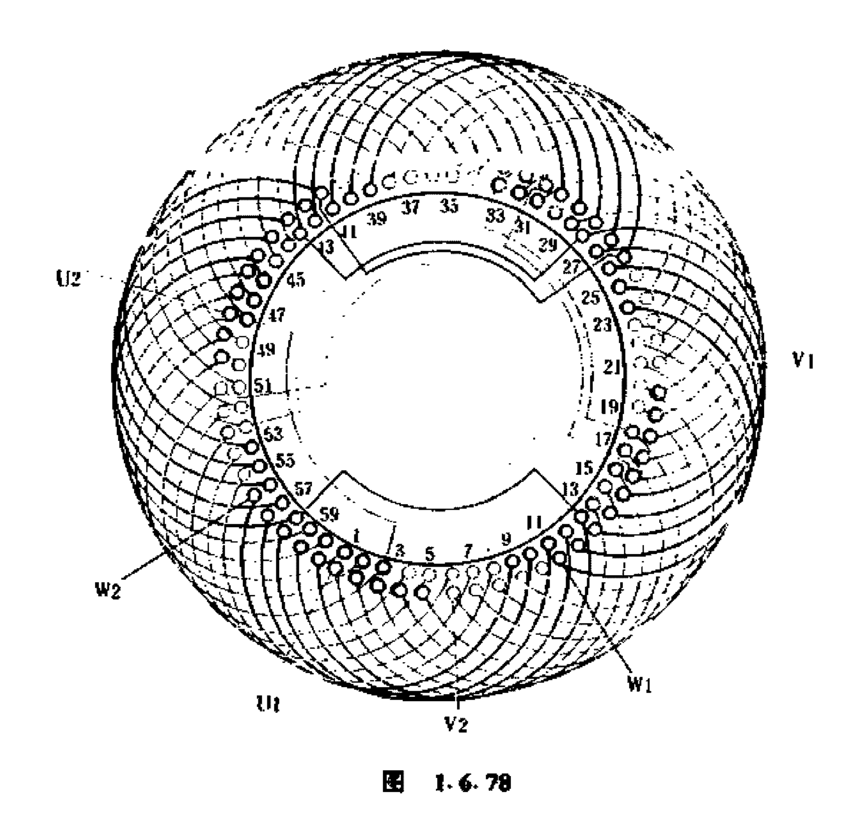


图 1.6.78

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=60$ 每组圈数 $S=5$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=5$ 分布系数 $K_d=0.957$

总线圈数 $Q=60$ 绕组极距 $\tau=15$ 节距系数 $K_p=0.978$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=13$ 绕组系数 $K_{dp}=0.936$

2. 嵌线方法　采用交叠法，吊边数13。嵌线顺序见下表：

表 1.6.78 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45		44		43		42
	上层															60		59		58		57		56	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30
	上层	55		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	……	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层		29		28		27		26		25		24	……	10		9		8		7		6
	上层	43		42		41		40		39		38		……		23		22		21		20	

嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层		5		4		3		2		1														
	上层	19		18		17		16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　绕组线圈又增加1槽，绕组系数有所提高，但接线为一路串联，一般宜用于中大容量电机。主要应用实例有Y－450－4、JS－127－4等。

1.6.79 60槽4极双层叠式绕组布线接线图之六

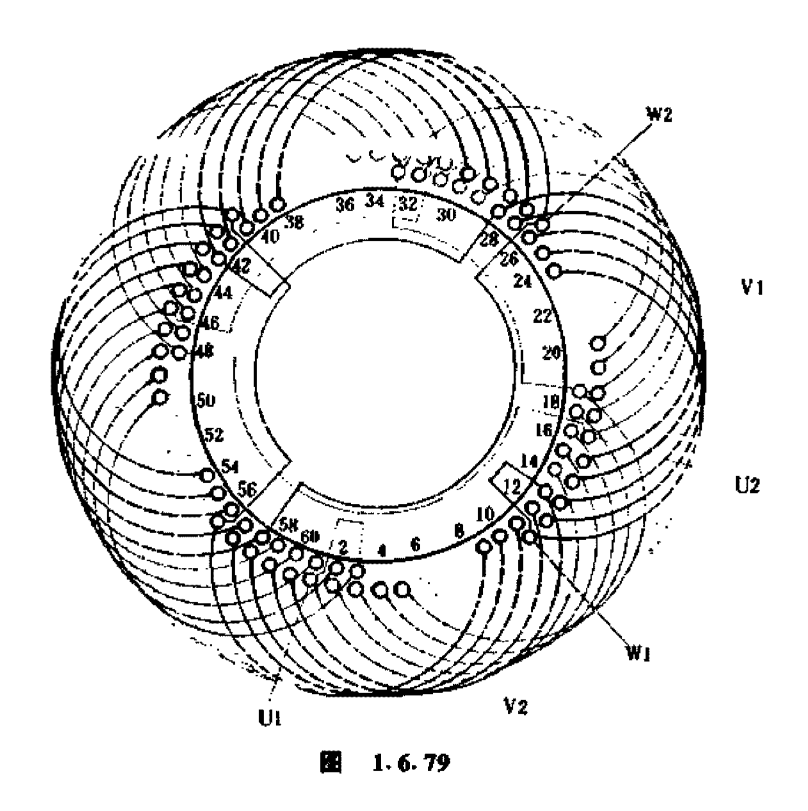


图 1.6.79

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=60$ 每组圈数 $S=5$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=5$ 分布系数 $K_d=0.957$

总线圈数 $Q=60$ 绕组极距 $\tau=15$ 节距系数 $K_p=0.978$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=13$ 绕组系数 $K_{dp}=0.936$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为13。嵌线顺序见下表：

表 1.6.79 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54	53	52		51		50
	上层															5		4	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……			97	98	99	100	101	102
槽号	下层		49		48		47		46		……				10		9		8
	上层	3		2		1		60		59	……			24		23		22	

嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		7		6														
	上层	21		20		19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

3. 特点与应用　本绕组线圈节距与上例相同，但采用二路并联接线，每一支路两组线圈为反极性短跳连接。主要应用实例有JS2—355M1—4双鼠笼中型异步电动机，YLB250—1—4、YLB750—3—4节能型长轴深井用异步电动机等。

1.6.80 60槽4极双层叠式绕组布线接线图之七

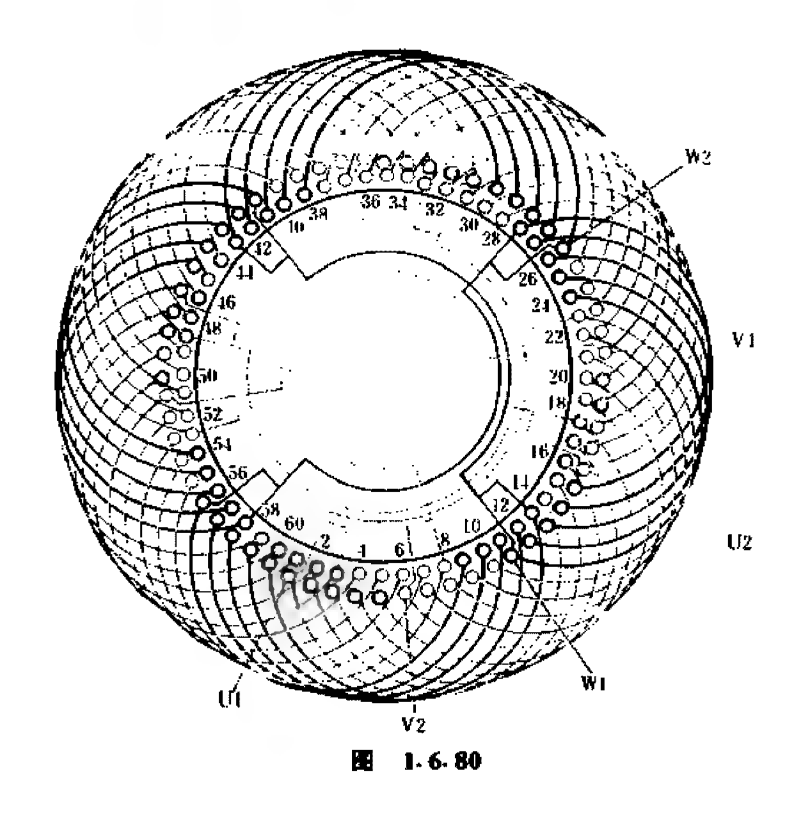


图 1.6.80

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=60$ 每组圈数 $S=5$ 并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=5$ 分布系数 $K_d=0.957$

总线圈数 $Q=60$ 绕组极距 $\tau=15$ 节距系数 $K_p=0.978$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=13$ 绕组系数 $K_{dp}=0.936$

2. 嵌线方法　采用交叠嵌线，吊边数为 13。嵌线顺序见下表：

表 1.6.80 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45
	上层															60		59	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层		44		43		42		……		6		5		4		3
	上层	58		57		56		55	……	20		19		18		17	

嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		2		1														
	上层	16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　绕组节距同上例，但接线采用四路并联，每一支路只有一组线圈，故同相线圈组间为反向并联。本例是 60 槽 4 极各种系列电机中应用最普遍的布接线形式，应用实例有 JO3—280S—4，铝绕组电动机 JO2L—93—4，高效率电动机 YX—280S—4，绕线式异步电动机 JR2—400—4，节能型长轴深井用电动机 YLB280—1—4，双鼠笼中型电动机 JS2—335M2—4 以及小型同步发电机 T2—280S—4 等。

1.6.81 60槽8极双层叠式绕组布线接线图之一

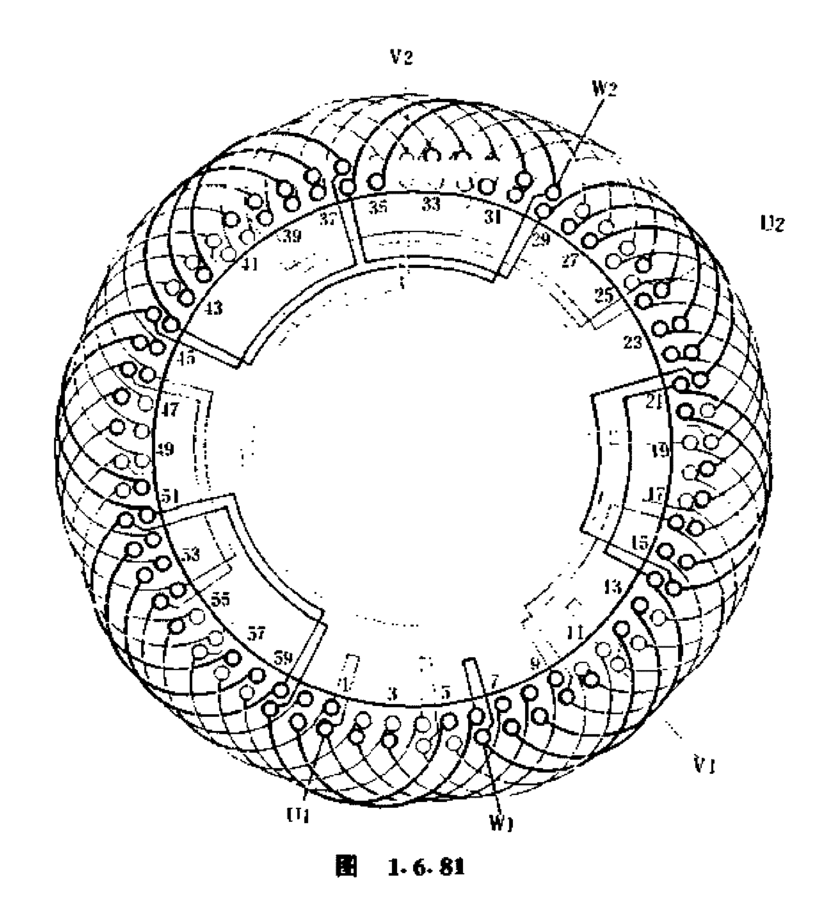


图 1.6.81

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=60$　每组圈数 $S=2\frac{1}{2}$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$　分布系数 $K_d=0.957$

总线圈数 $Q=60$　绕组极距 $\tau=7\frac{1}{2}$　节距系数 $K_p=0.951$

线圈组数 $u=24$　线圈节距 $Y=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.91$

2. 嵌线方法　本例为交叠嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 1.6.81 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54		53		52		51		50		49		48		47		46	
	上层								60		59		58		57		56		55		54		53		52

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34	
	上层		51		50		49		48		47		46		45		44		43		42		41		40

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	……
嵌入槽号	下层	33		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23	……
	上层		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		……

嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3		2		1							
	上层		15		14		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　60槽8极为分数绕组，在产品中多应用二路并联接线。线圈由3、2圈组成，绕组按3 2 3 2分布规律布线。主要应用实例有JZR2—31—8冶金起重型绕线式电动机。

1.6.82　60 槽 8 极双层叠式绕组布线接线图之二

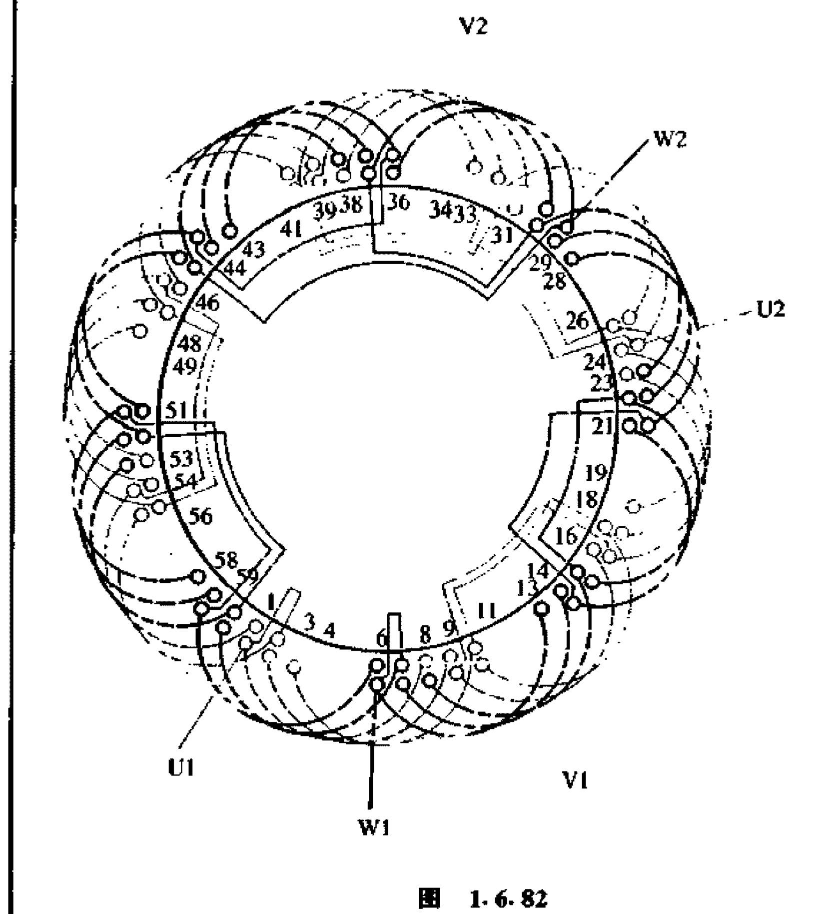


图　1.6.82

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=2\frac{1}{2}$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=2\frac{1}{2}$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=7\frac{1}{2}$　节距系数　$K_p=0.995$

线圈组数　$u=24$　线圈节距　$Y=7$　绕组系数　$K_{dp}=0.952$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线法，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.82　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53		52		51		50		49		48		47		46		45
	上层									60		59		58		57		56		55		54		53	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33
	上层	52		51		50		49		48		47		46		45		44		43		42		41	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	……
嵌入槽号	下层		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		……
	上层	40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30	……

嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1								
	上层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　绕组同上例，但节距增加 1 槽，绕组系数较高。主要应用实例有 JZR—180--8 等。

1.6.83　60槽8极双层叠式绕组布线接线图之三

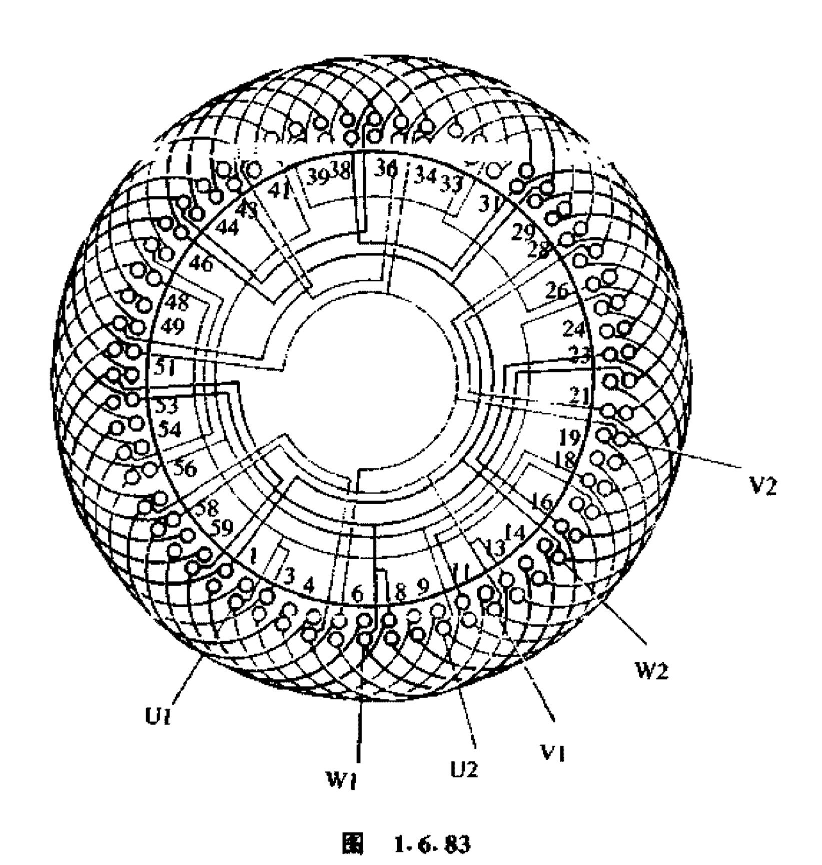


图　1.6.83

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=2\frac{1}{2}$　并联路数　$a=4$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=2\frac{1}{2}$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=7\frac{1}{2}$　节距系数　$K_p=0.995$

线圈组数　$u=24$　线圈节距　$Y=7$　绕组系数　$K_{dp}=0.952$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线法，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.83　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58		57		56		55		54		53
	上层									5		4		3		2		1	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……			97	98	99	100	101	102
槽号	下层		52		51		50		49		……				13		12		11
	上层	60		59		58		57		56	……			21		20		19	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		10		9		8		7		6								
	上层	18		17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6

3. 特点与应用　　本例绕组节距与上例相同，绕组系数较高，而并联支路数为4，每一支路由三联组和双联组反向串联而成。主要应用实例有JO3—225S—8及冶金起重型绕线式电动机YZR—250M2—8等。

1.6.84　60 槽 10 极双层叠式绕组布线接线图之一

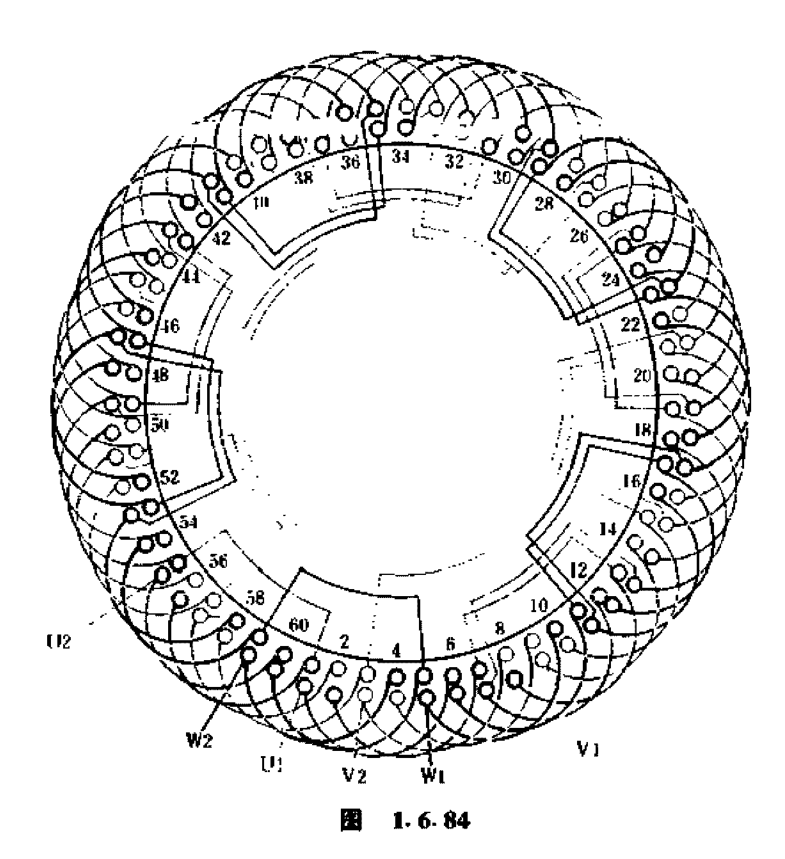


图　1.6.84

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=10$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=30$　线圈节距　$Y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠嵌线法，吊边数为 5。嵌线顺序见下表：

表 1.6.84　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	60	59	58	57	56	55		4		53		52		51		50		49		48		47		46
	上层							60		59		58		57		56		55		54		53		52	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34
	上层	51		50		49		48		47		46		45		44		43		42		41		40	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	……		
嵌入槽号	下层		33		32		31		30		29		28		27		26		25		24		……		
	上层	39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		29	……		
嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层		9		8		7		6		5		4		3		2		1						
	上层	15		14		13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　此例为 60 槽 10 极电机的常用布接线基本形式。主要应用实例有 JO2L—92—10 铝绕组电动机等。

1.6.85　60槽10极双层叠式绕组布线接线图之二

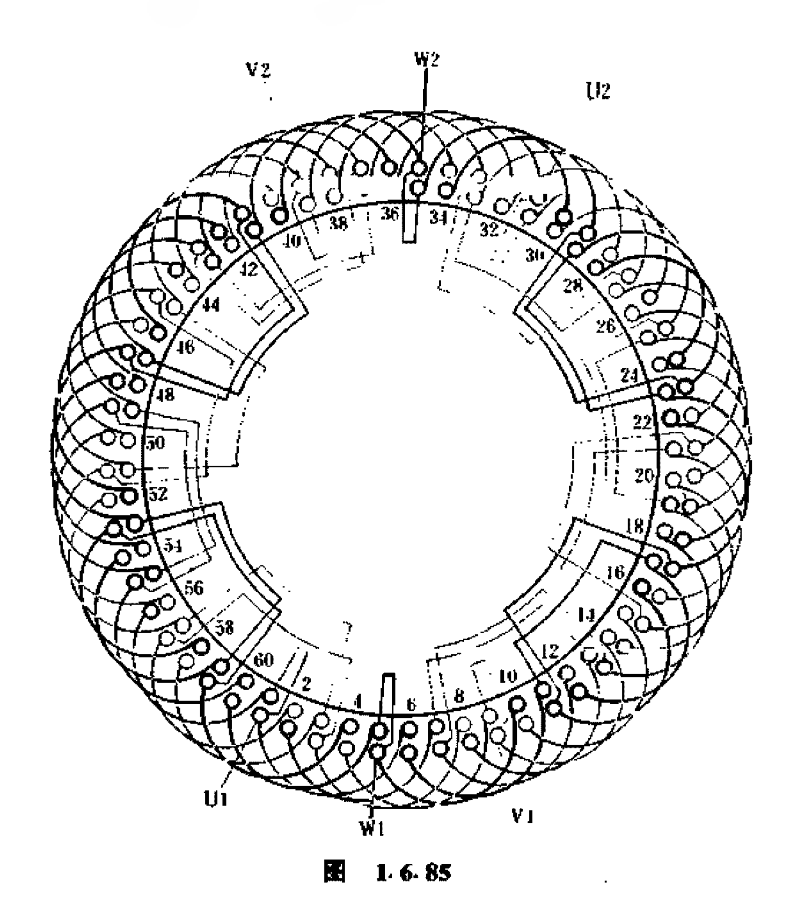


图　1.6.85

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=10$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=30$　线圈节距　$Y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表 1.6.85　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	60	59	58	57		56		55		54		53		52		51
	上层							2		1		60		59		58		57	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层		50		49		48		……				12		11		10		9
	上层	56		55		54		53	……			18		17		16		15	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		8		7		6		5		4		3						
	上层	14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3

3. 特点与应用　　此绕组是由上例基本形式改变接线而成，并联支路数为2，每一支路由5个双联组按相邻反极性串联接线。主要应用实例有JO2—82—10及铝绕组电动机JO2L—81—10等。

1.6.86　60槽10极双层叠式绕组布线接线图之三

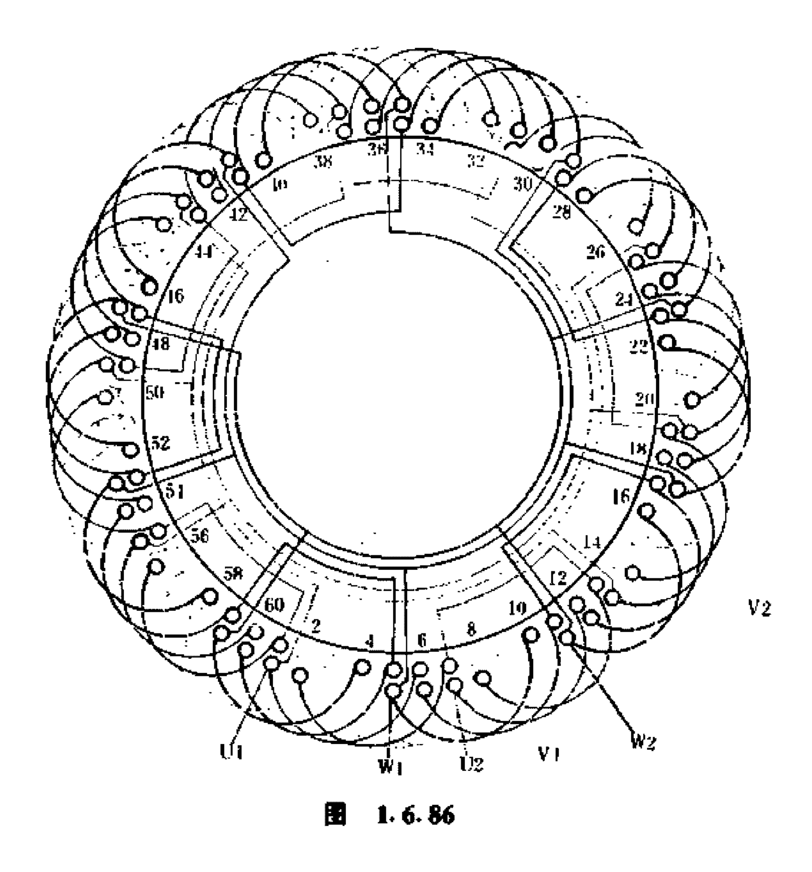


图　1.6.86

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=5$

电机极数　$2p=10$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=30$　线圈节距　$Y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表1.6.86　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	60	59	58	57	56	55		54		53		52		51		50		49
	上层							60		59		58		57		56		55	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层		48		47		46		……				10		9		8		7
	上层	54		53		52		51	……			16		15		14		13	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		6		5		4		3		2		1						
	上层	12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　绕组布线与上同，但采用五路并联，每支路由相邻两组线圈反极性串联而成。此绕组是10极电动机中应用较多的形式，实例有JO2—91—10、JO2—92—10，铝绕组电动机JO2L—82—10及冶金起重型电动机YZR—280S—10、YZR—280M—10等。

1.6.87 72槽4极双层叠式绕组布线接线图

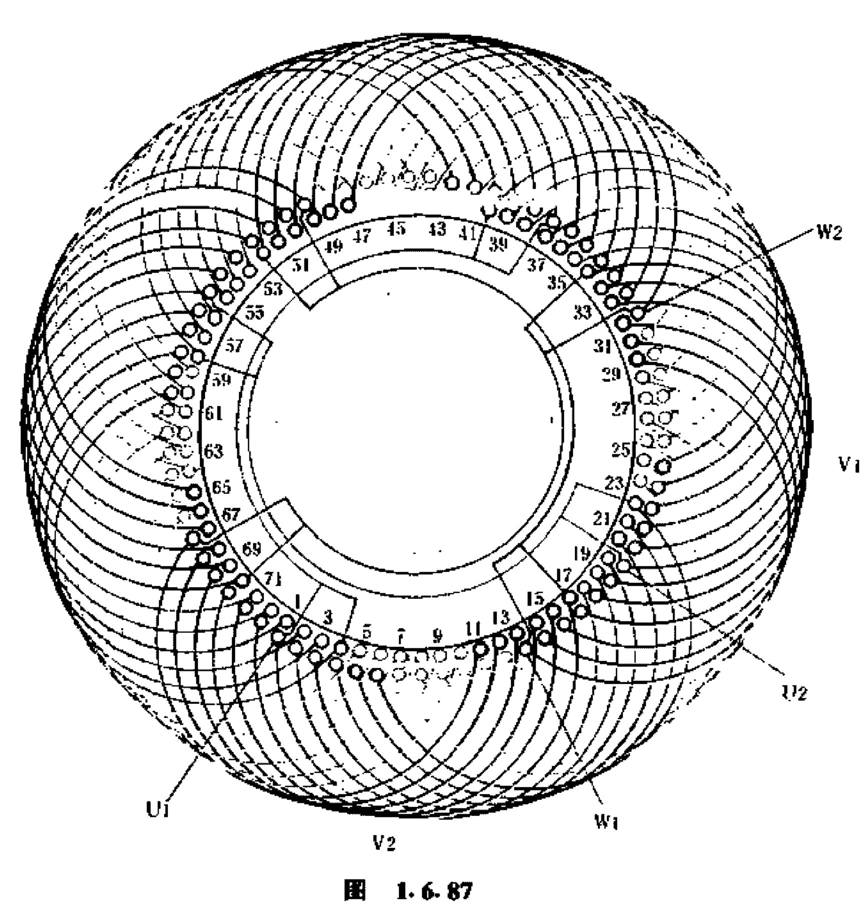


图 1.6.87

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$ 每组圈数 $S=6$ 并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=6$ 分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=72$ 绕组极距 $\tau=18$ 节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $Y=16$ 绕组系数 $K_{dp}=0.942$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数16。嵌线顺序见下表：

表 1.6.87 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56		55		54		53	
	上层																		72		71		70		69

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	52		51		50		49		48		47		46		45		44		43		42		41	
	上层		68		67		66		65		64		63		62		61		60		59		58		57

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	……	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层	40		39		38		37		36		35		34	……	8		7		6		5	
	上层		56		55		54		53		52		51		……		24		23		22		21

嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
嵌入槽号	下层	4		3		2		1																	
	上层		20		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例采用较短的正常节距，绕组系数较高。由于槽数多，产品中仅用于容量较大的电机。主要实例有 Y—315M1—4 等。

1.6.88　72 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之一

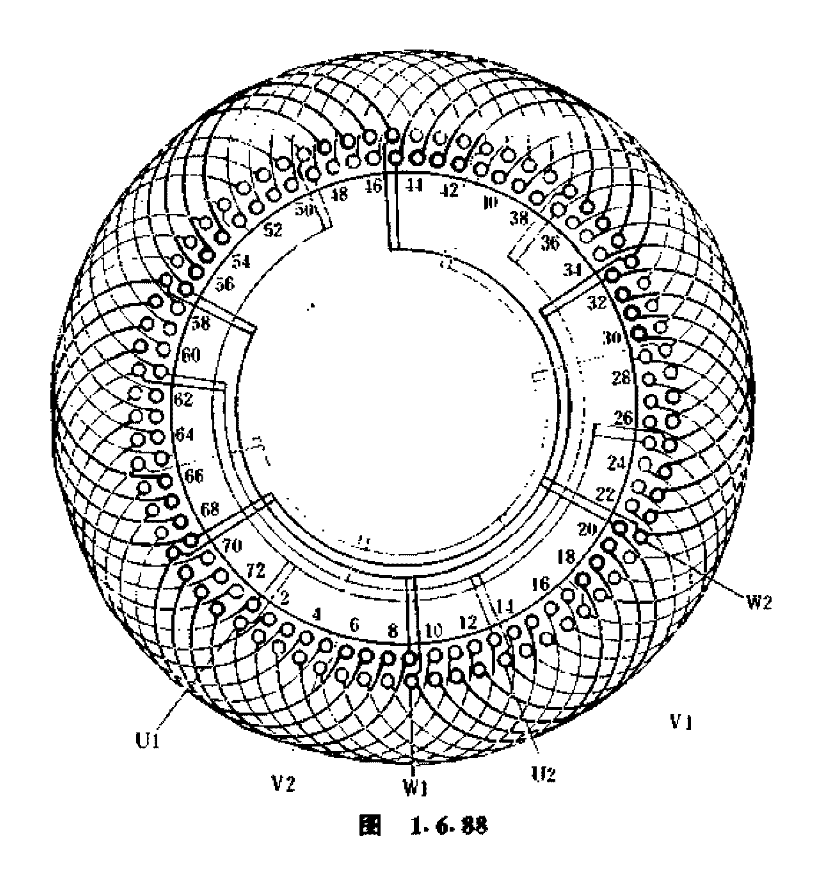


图　1.6.88

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=6$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.924$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=9$　绕组系数　$K_{dp}=0.885$

2. 嵌线方法　　嵌线采用交叠法，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 1.6.88　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63		62		61		60		59		58		57		56
	上层											72		71		70		69		68		67		66	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		55		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44
	上层	65		64		63		62		61		60		59		58		57		56		55		54	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	……			110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层		43		42		41		40		39	……			13		12		11		10		9		8
	上层	53		52		51		50		49		……				22		21		20		19		18	
嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
嵌入槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1										
	上层	17		16		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　绕组采用较短的正常节距，绕组系数较低。每相由 6 个四联组并联而成，相邻组间极性必须相反。主要应用于小容量三相水轮同步发电机，实例有 TSWN—74/36 等。

1.6.89 72 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之二

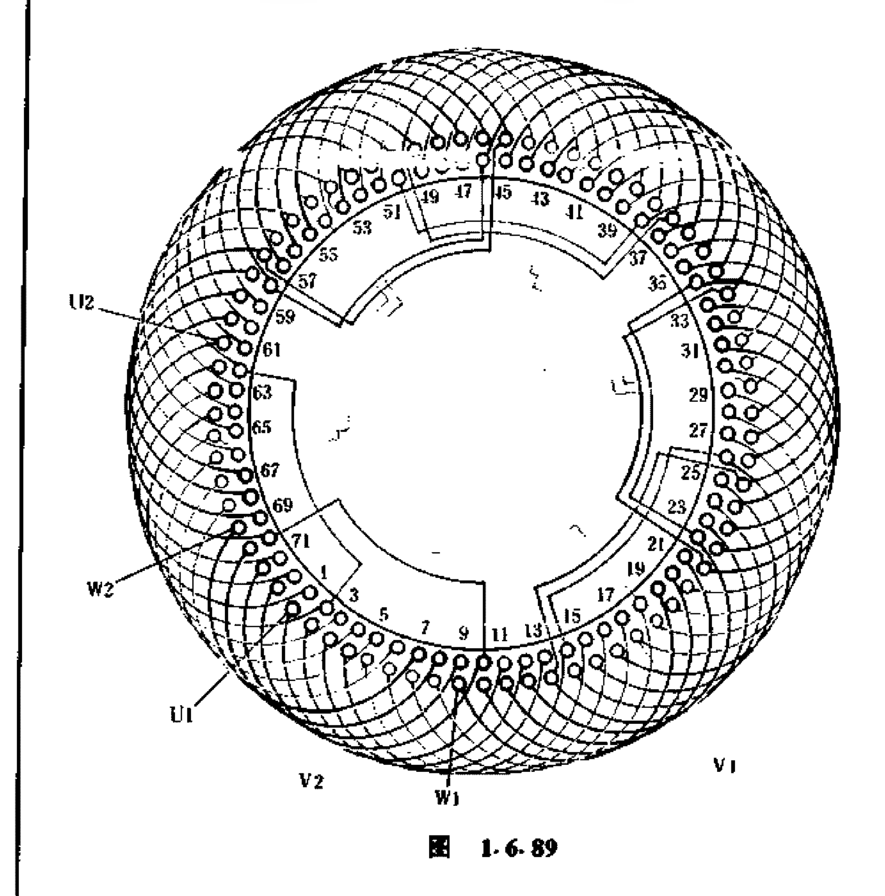


图 1.6.89

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=72$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $Y=10$ 绕组系数 $K_{dp}=0.925$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

表 1.6.89 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62		61		60		59		58		57		56	
	上层												72		71		70		69		68		67		66
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	55		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44	
	上层		65		64		63		62		61		60		59		58		57		56		55		54
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	……			110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层	43		42		41		40		39		……				12		11		10		9		8	
	上层		53		52		51		50		49	……			23		22		21		20		19		18
嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
嵌入槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1											
	上层		17		16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例采用正常节距且较上例增加 1 槽，绕组系数略高，但接线是一路串联。主要应用实例有 Y—400—6、JR—125—6 等。

1.6.90 72槽6极双层叠式绕组布线接线图之三

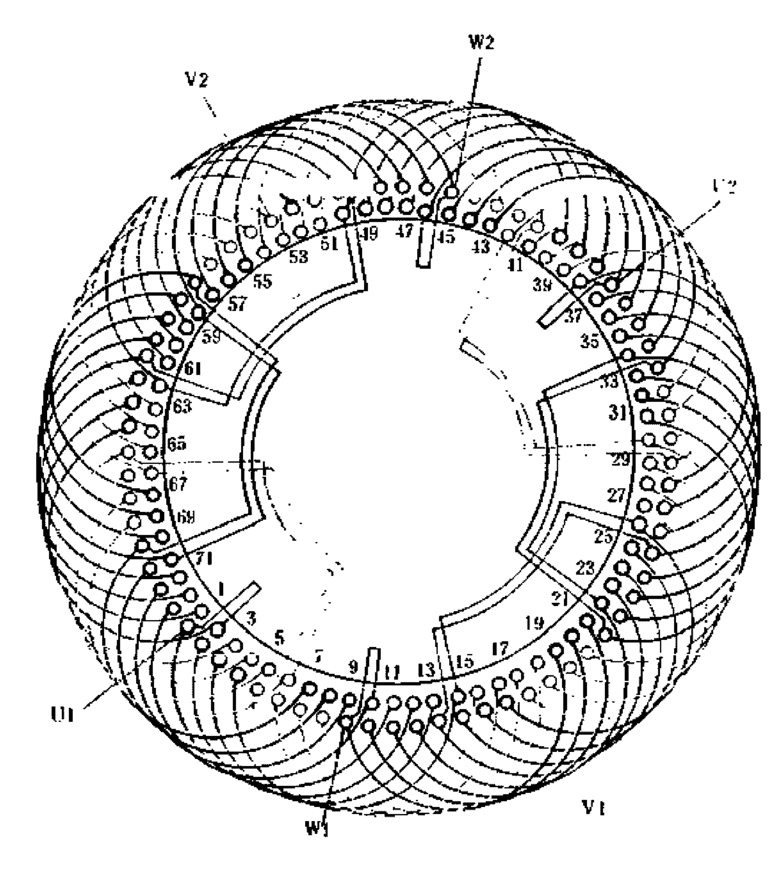


图 1.6.90

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=72$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $Y=10$ 绕组系数 $K_{dp}=0.925$

2. 嵌线方法　采用交叠嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见下表：

表 1.6.90 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	72	71	70	69	68	67	66		65		64		63	
	上层												4		3		2		1

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	······	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	62		61		60		59	······	12		11		10		9	
	上层		72		71		70		······		22		21		20		19

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	8		7		6		5											
	上层		18		17		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

3. 特点与应用　绕组节距及布线如上例，但采用二路并联，每一支路由3个四联组反向串联而成。主要应用实例有绕线式异步电动机 JR2—335M1—6，小型同步水轮发电机 TFS—85/32 等。

1.6.91　72 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之四

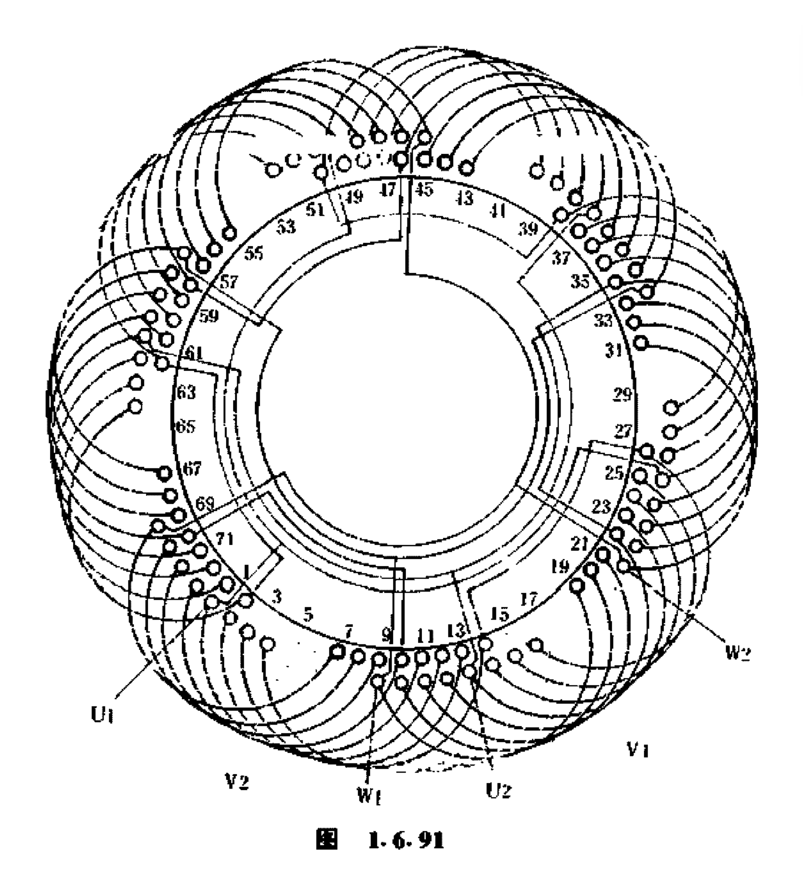


图　1.6.91

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=3$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=10$　绕组系数　$K_{dp}=0.925$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线、吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

表 1.6.91　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62		61		60		59	
	上层												72		71		70		69

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……		121	122	123	124	125	126
槽号	下层	58		57		56		55		54	……		7		6		5	
	上层		68		67		66		65		……			17		16		15

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例特点基本同上例，但采用三路并联，并用短跳接线，即每一支路由相邻两线圈组反极性串联。主要应用实例有 JO2L—81—6 铝绕组电动机，JR2—355S1—6 绕线式异步电动机等。

1.6.92　72 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之五

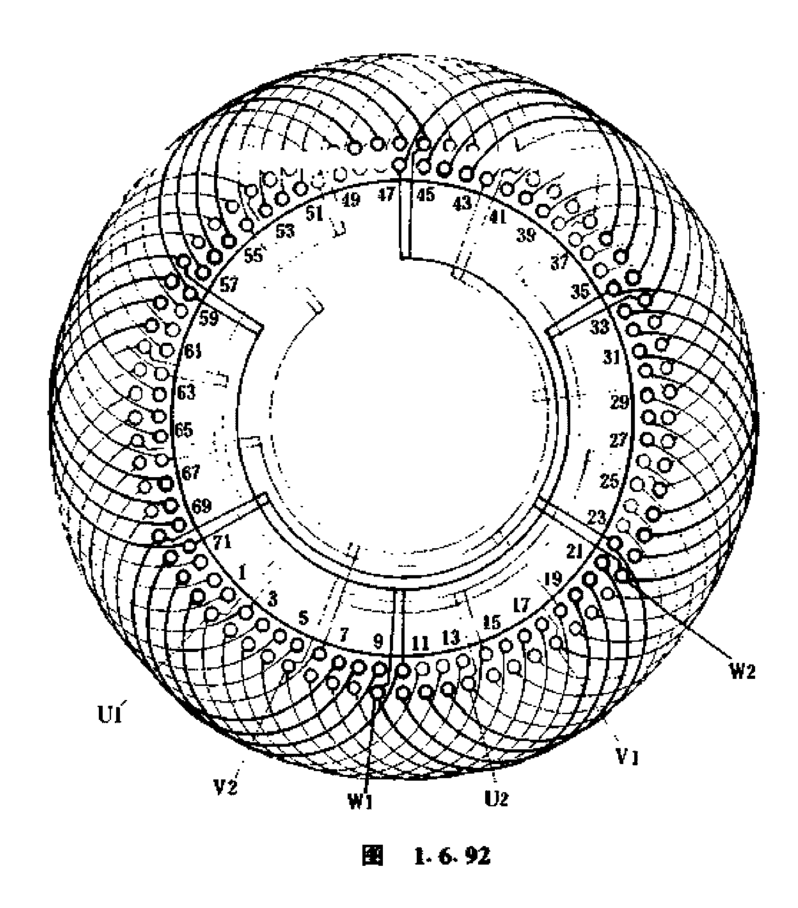


图　1.6.92

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=6$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=10$　绕组系数　$K_{dp}=0.925$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

表 1.6.92　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	8	7	6	5	4	3	2	1	72	71	70		69		68		67	
	上层												8		7		6		5
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……			121	122	123	124	125	126
槽号	下层	66		65		64		63		62	……			15		14		13	
	上层		4		3		2		1		……				25		24		23
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	12		11		10		9											
	上层		22		21		20		19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9

3. 特点与应用　　绕组布线和节距同上例，但采用六路并联，即每支路仅一组线圈，并按相邻极性相反并接。主要应用实例有 Y—315M2—6 等。

1.6.93　72槽6极双层叠式绕组布线接线图之六

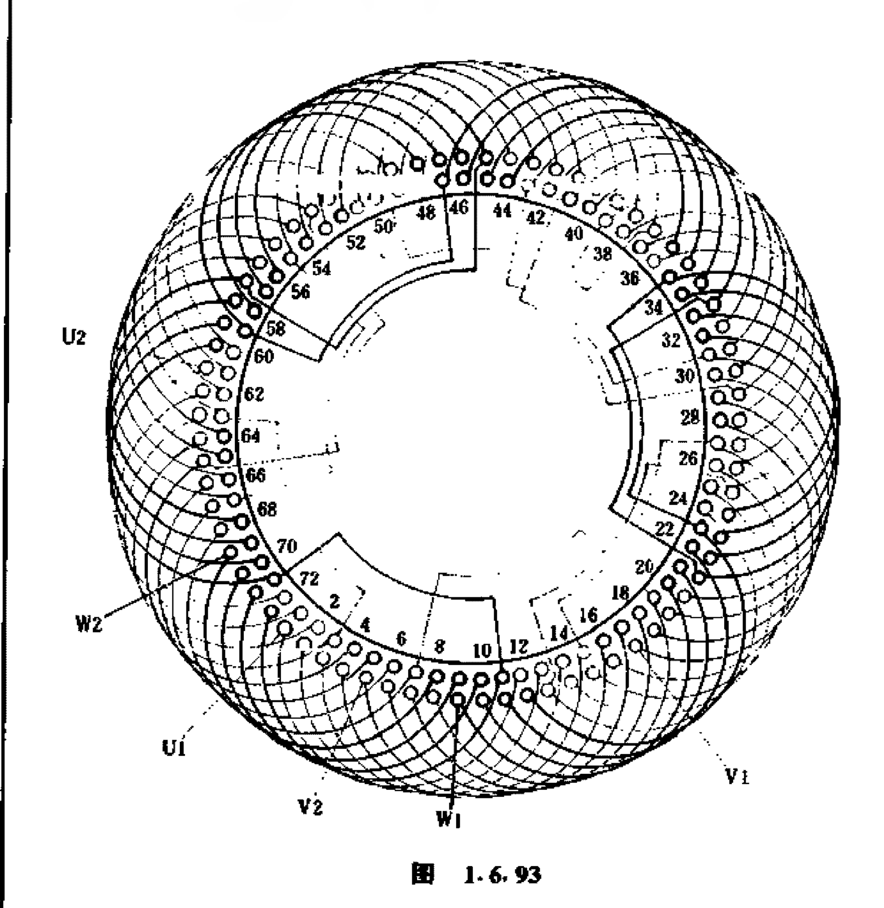


图　1.6.93

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.991$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=11$　绕组系数　$K_{dp}=0.949$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.93　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61		60		59		58		57		56		55
	上层													72		71		70		69		68		67	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44		43
	上层	66		65		64		63		62		61		60		59		58		57		56		55	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	……	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层		42		41		40	……	14		13		12		11		10		9		8		7
	上层	54		53		52		……		25		24		23		22		21		20		19	

嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
嵌入槽号	下层		6		5		4		3		2		1												
	上层	18		17		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例采用较大的正常短节距，绕组系数较高。接线采用一路串联，在低压电动机中较少应用。主要实例有Y—400—6等。

1.6.94　72 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之七

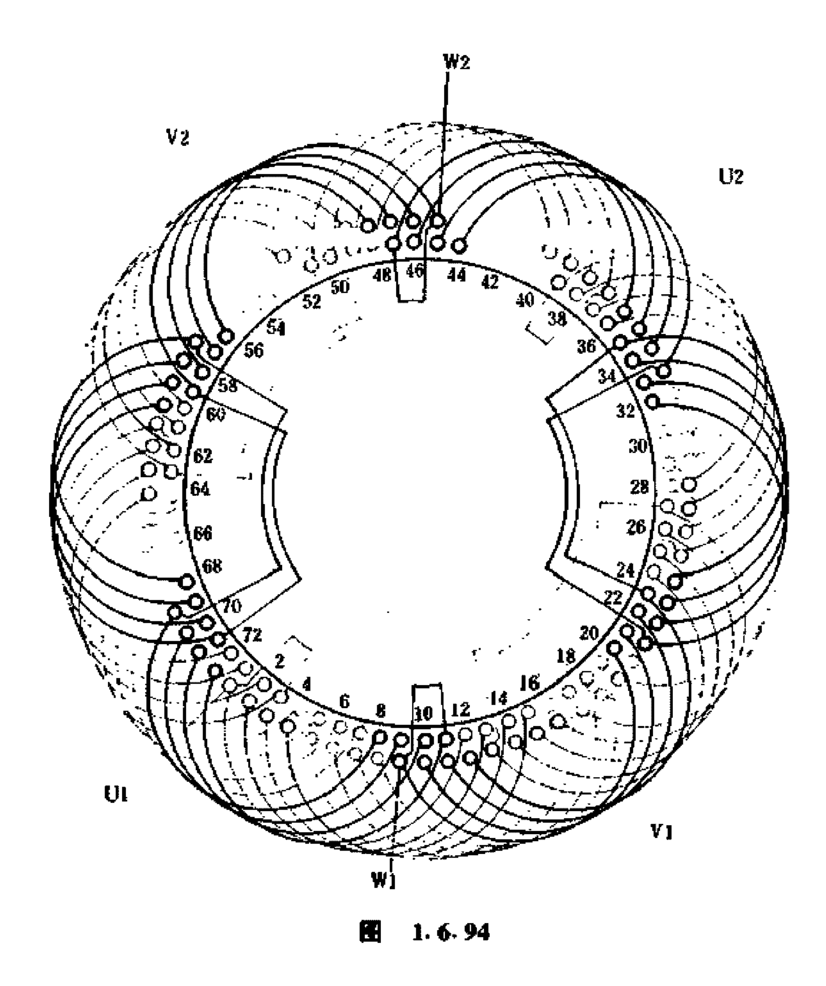


图　1.6.94

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.991$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=11$　绕组系数　$K_{dp}=0.949$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线法，吊边数 11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.94　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	8	7	6	5	4	3	2	1	72	71	70	69		68		67		66
	上层													8		7		6	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		65		64		63		62		……		14		13		12
	上层	5		4		3		2		1	……	26		25		24	

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		11		10		9												
	上层	23		22		21		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9

3. 特点与应用　　本例绕组节距及布线同上例，但采用二路并联，进线后反向走线，每一支路由 3 个四联组相邻反极性串联。主要应用实例有高效率电动机 YX—200L2—6 等。

1.6.95　72 槽 6 极双层叠式绕组布线接线图之八

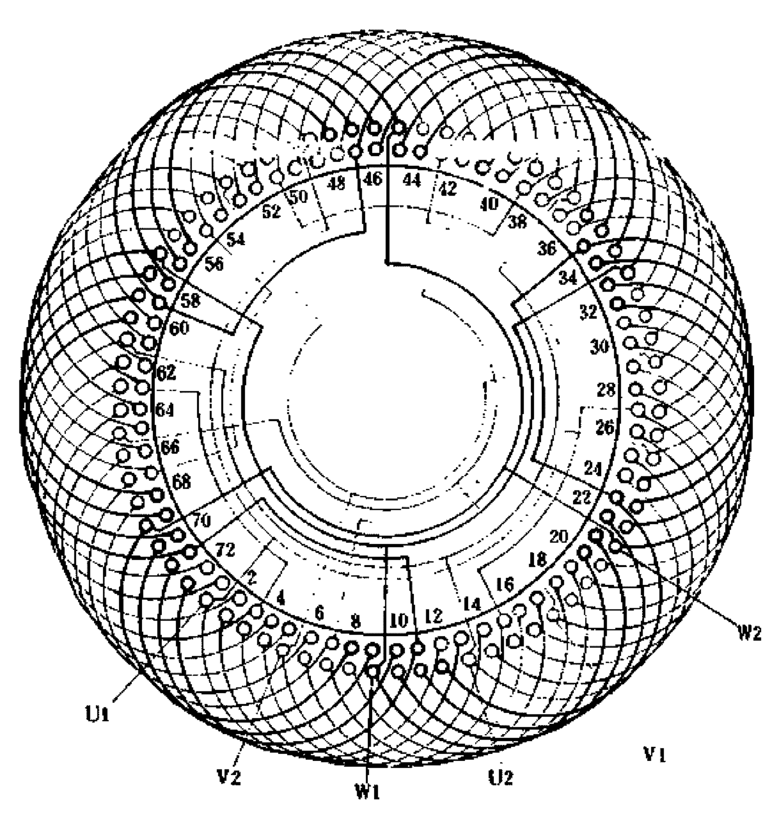


图　1.6.95

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=3$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.991$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=11$　绕组系数　$K_{dp}=0.949$

2. 嵌线方法　采用交叠法，嵌线吊边数为 11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.95　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	72	71	70	69	68	67	66	65		64		63		62
	上层													4		3		2	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		61		60		59		……		11		10		9		8
	上层	1		72		71		70	……	23		22		21		20	

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		7		6		5												
	上层	19		18		17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

3. 特点与应用　本例绕组节距较极距仅短 1 槽，属正常范围较长的短节距；接线采用三路并联，每支路由正反两组线圈串联而成。主要应用实例有 Y—250M—6 等。

1.6.96　72槽6极双层叠式绕组布线接线图之九

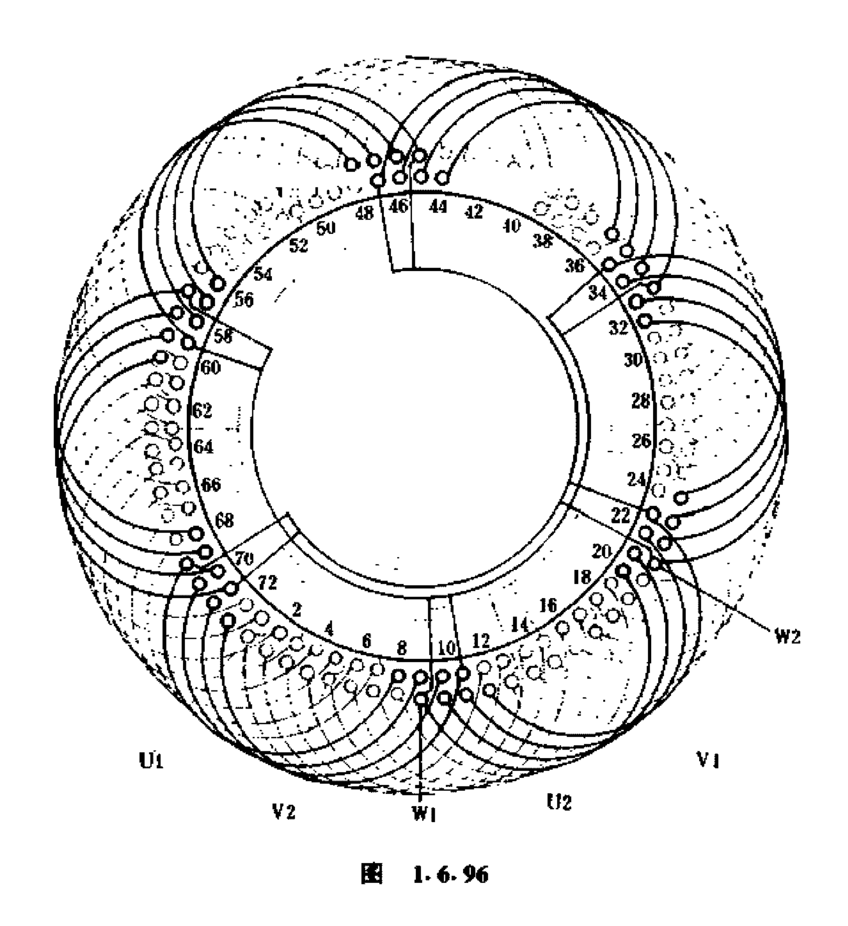


图　1.6.96

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=6$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.991$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=11$　绕组系数　$K_{dp}=0.949$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见下表：

表 1.6.96　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61		60		59		58
	上层													72		71		70	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		57		56		55		54		……		6		5		4
	上层	69		68		67		66		65	……	18		17		16	

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例线圈节距及布线同上例，但并联支路数增至6，即每支路仅有一线圈组，并按相邻极性相反并接。主要应用于小型水轮发电机电枢，实例有TSWN—74/29等。

1.6.97 72槽6极双层叠式绕组布线接线图之十

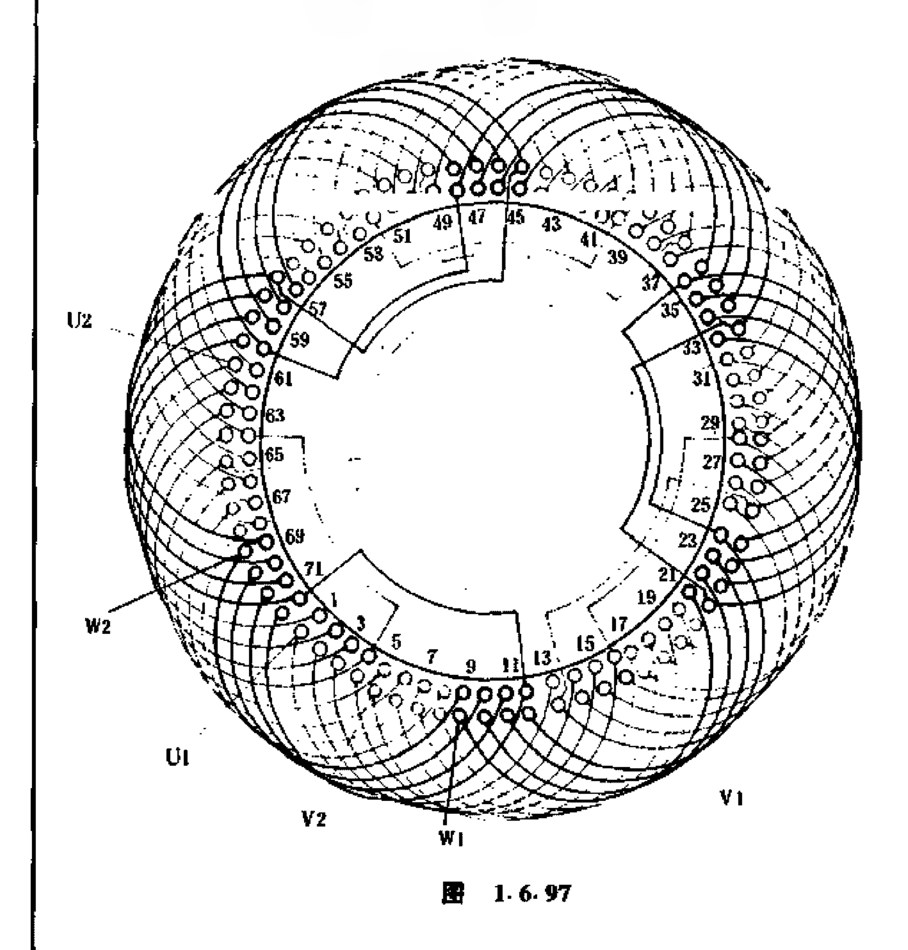


图 1.6.97

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=72$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=1.0$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $Y=12$ 绕组系数 $K_{dp}=0.958$

2. 嵌线方法 绕组采用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见下表：

表 1.6.97 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60		59		58		57		56		55	
	上层														72		71		70		69		68		67

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44		43	
	上层		66		65		64		63		62		61		60		59		58		57		56		55

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	……	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层	42		41		40		39		38		37	……	11		10		9		8		7	
	上层		54		53		52		51		50		……		23		22		21		20		19

嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
嵌入槽号	下层	6		5		4		3		2		1													
	上层		18		17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用 此绕组采用全距线圈，使绕组系数达到最大值，但无法消除磁势中的三次谐波影响，故在普通型三相交流电机中极为罕见。本例仅作为双绕组双速电动机中配套的6极绕组，通常采用星形接法，故引出线可用3根。主要应用实例有JTD—430、JTD—560部分厂家的电梯电动机。

1.6.98　72槽6极双层叠式绕组布线接线图之十一

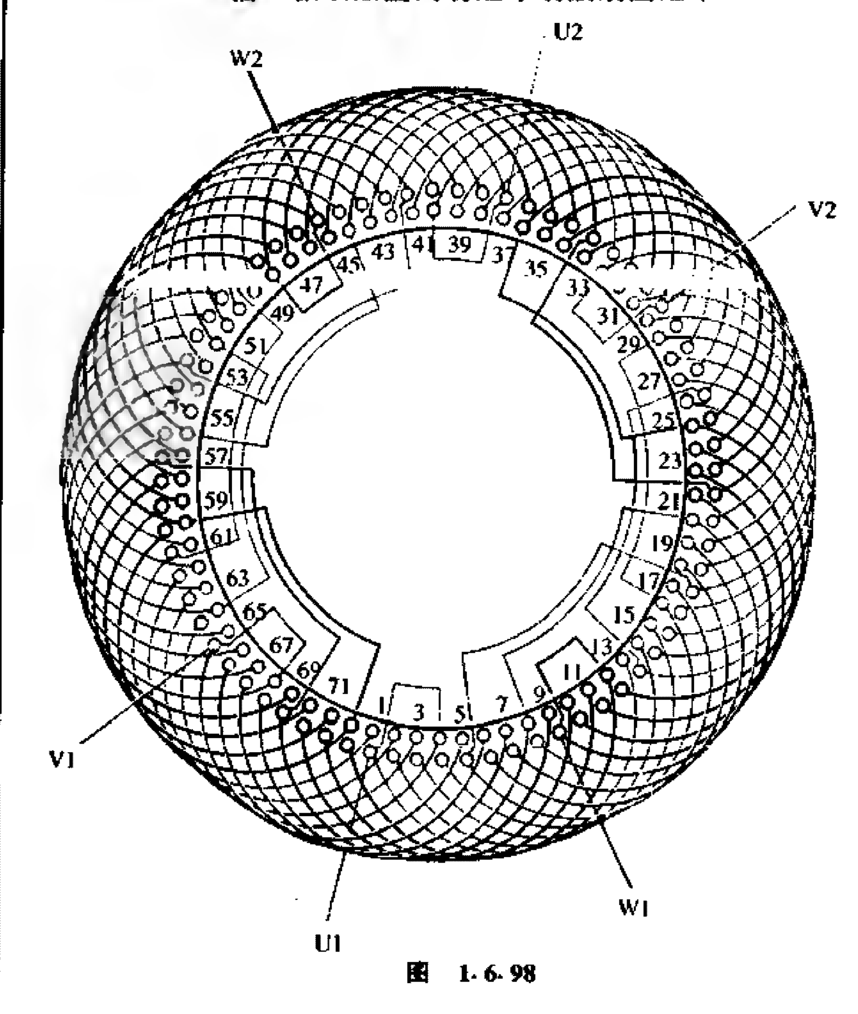


图　1.6.98

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=1.0$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=12$　绕组系数　$K_{dp}=0.958$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠嵌线，吊边数 12。嵌线顺序见下表：

表 1.6.98　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	72	71	70	69	68	67	66	65	64		63		62	
	上层														4		3		2

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	61		60		59		58	……	11		10		9		8	
	上层		1		72		71		……		23		22		21		20

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	7		6		5													
	上层		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

3. 特点与应用　　本绕组特点同上例，但采用二路并联，每支路由正反极性的相邻两线圈组串联而成。本例绕组常接成 2Y，将星点内接而引出线 3 根作为双绕组双速电梯电动机配套绕组。主要应用实例有部分厂家的 JTD—560 系列产品。

1.6.99　72槽6极双层叠式绕组布线接线图之十二

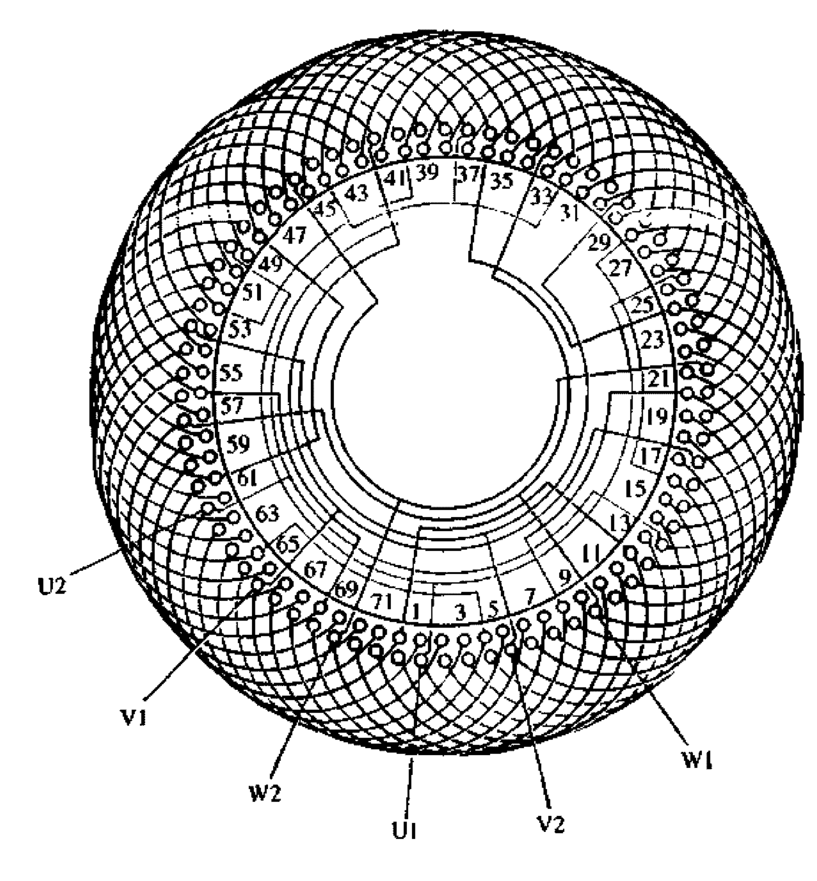


图　1.6.99

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=3$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=1.0$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$Y=12$　绕组系数　$K_{dp}=0.958$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见下表：

表 1.6.99　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60		59		58	
	上层														72		71		70

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	57		56		55		54	……	7		6		5		4	
	上层		69		68		67		……		19		18		17		16

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	3		2		1													
	上层		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例绕组节距及布线特点同1.6.97，但采用三路并联，每支路由3组相邻且极性相反的线圈组串联而成。绕组主要作为24/6极电梯电动机的6极配套绕组，主要实例有JTD—430等。

1.6.100 72槽8极双层叠式绕组布线接线图之一

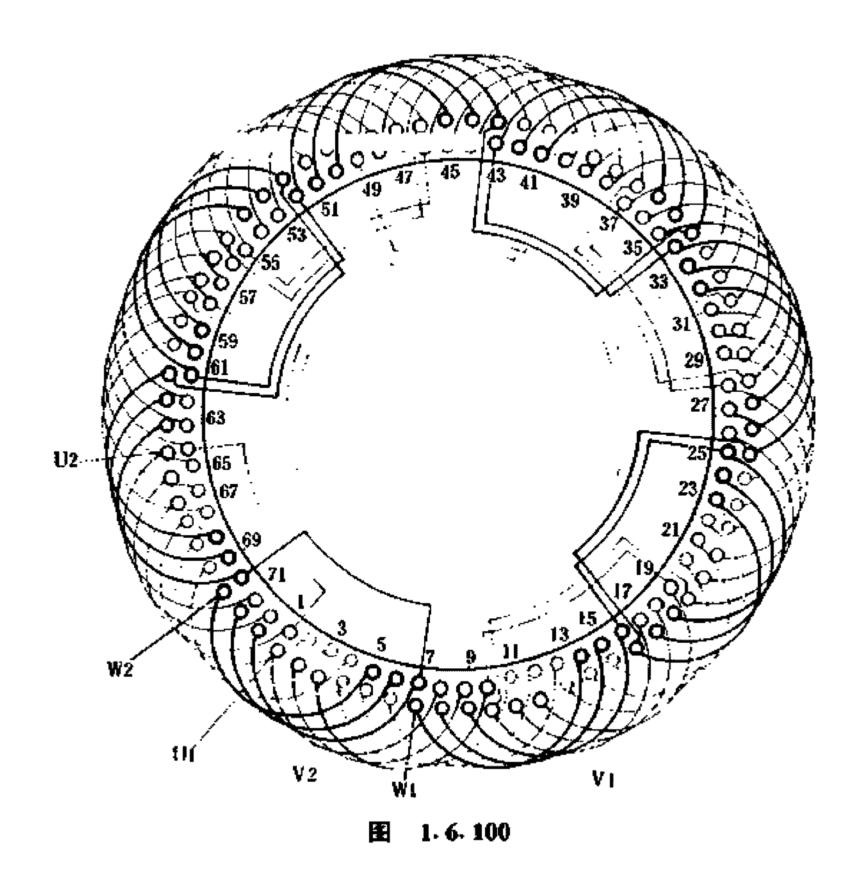


图 1.6.100

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=72$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.94$

线圈组数 $u=24$ 线圈节距 $Y=7$ 绕组系数 $K_{dp}=0.902$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表 1.6.100 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65		64		63		62		61		60		59		58		57
	上层									72		71		70		69		68		67		66		65	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		56		55		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45
	上层	64		63		62		61		60		59		58		57		56		55		54		53	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	……	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层		44		43		42		41	……	15		14		13		12		11		10		9
	上层	52		51		50		49		……		22		21		20		19		18		17	

嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
嵌入槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1								
	上层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　本例采用一路串联接线，并选用较短的正常节距，绕组系数较低。主要应用于高压三相中型的电动机，如JR—126—8，Y—400—8等。

1.6.101 72槽8极双层叠式绕组布线接线图之二

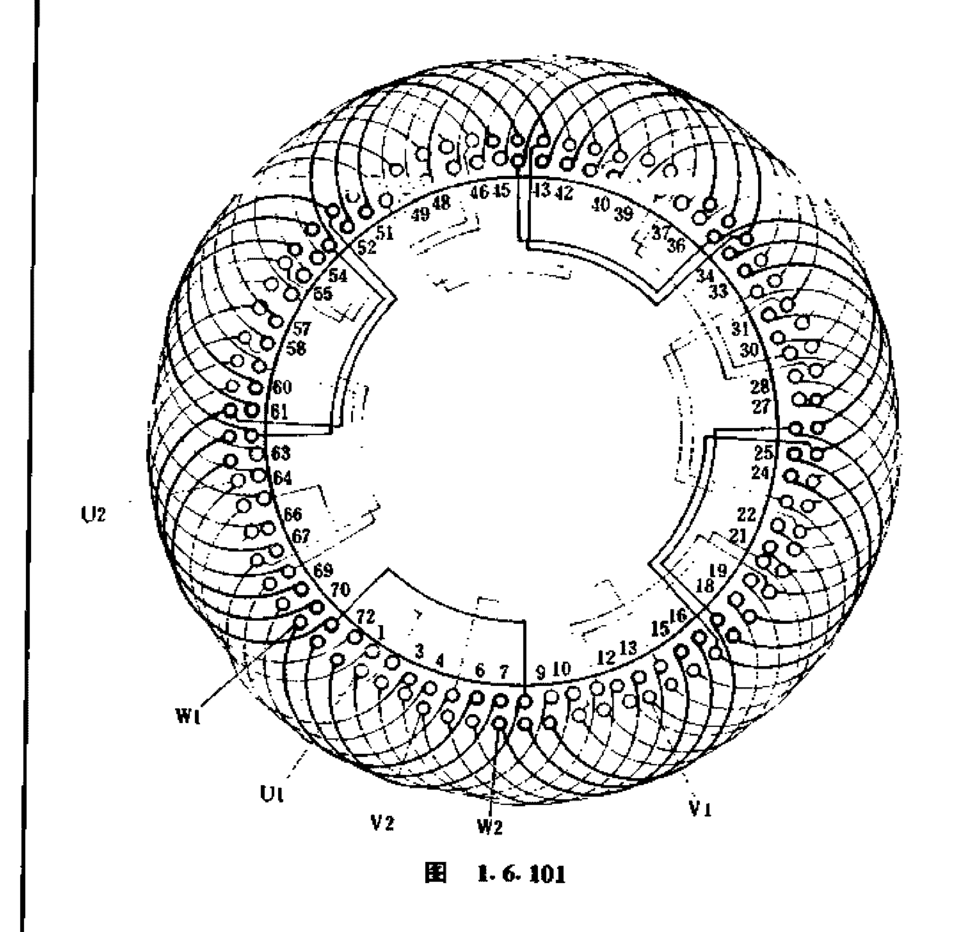


图 1.6.101

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=72$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=24$ 线圈节距 $Y=8$ 绕组系数 $K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法 绕组采用交叠嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.101 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64		63		62		61		60		59		58		57	
	上层										72		71		70		69		68		67		66		65

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	56		55		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45	
	上层		64		63		62		61		60		59		58		57		56		55		54		53

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	……	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层	44		43		42		41		40		……		13		12		11		10		9	
	上层		52		51		50		49		48	……	22		21		20		19		18		17

嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
嵌入槽号	下层	8		7		6		5		4		3		2		1									
	上层		16		15		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用 本例仍为一路串联接线，但线圈节距增加1槽，绕组系数略高于上例。此绕组仅应用于高电压中型电动机，实例有Y—400—8中某些规格产品。

1.6.102　72 槽 8 极双层叠式绕组布线接线图之三

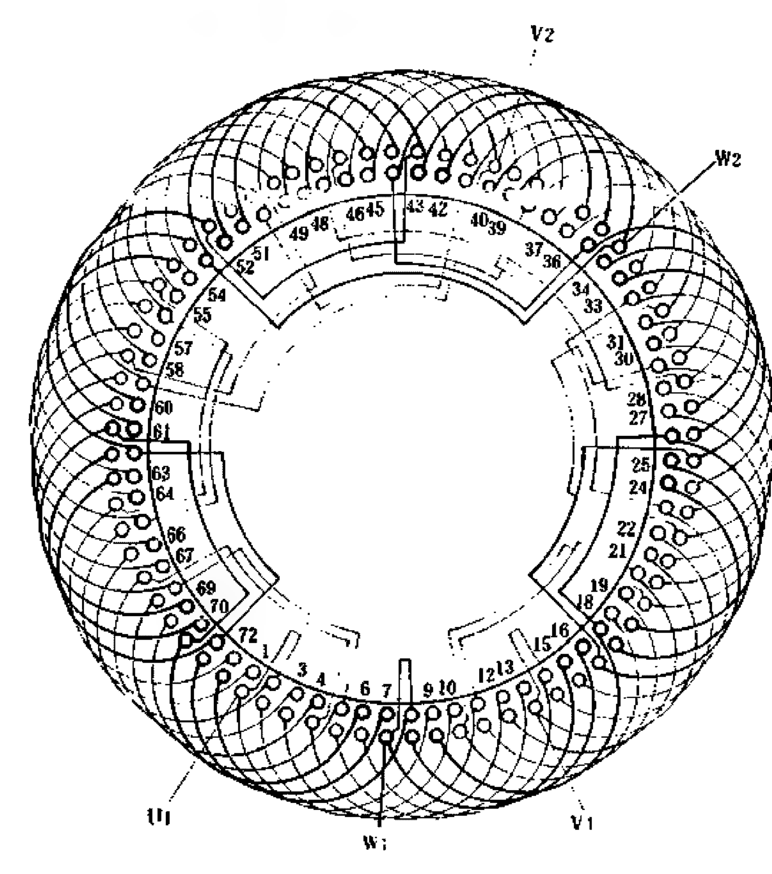


图　1.6.102

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=3$　分布系数　$K_d=0.96$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=9$　节距系数　$K_p=0.985$

线圈组数　$u=24$　线圈节距　$Y=8$　绕组系数　$K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　　采用交叠法，嵌线吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.102　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	6	5	4	3	2	1	72	71	70		69		68		67		66	
	上层										6		5		4		3		2

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27		……		121	122	123	124	125	126
槽号	下层	65		64		63		62		61		……		14		13		12	
	上层		1		72		71		70			……			22		21		20

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	11		10		9		8		7									
	上层		19		18		17		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7

3. 特点与应用　　本绕组节距同上例，但采用二路并联，进线后向左右两边走线，每一支路包括 4 组线圈，并按相邻组间极性相反的规律串接后将两路并联。主要应用实例有 JO2—81—8 及铝绕组电动机 JO2L—81—8 等。

1.6.103 72槽8极双层叠式绕组布线接线图之四

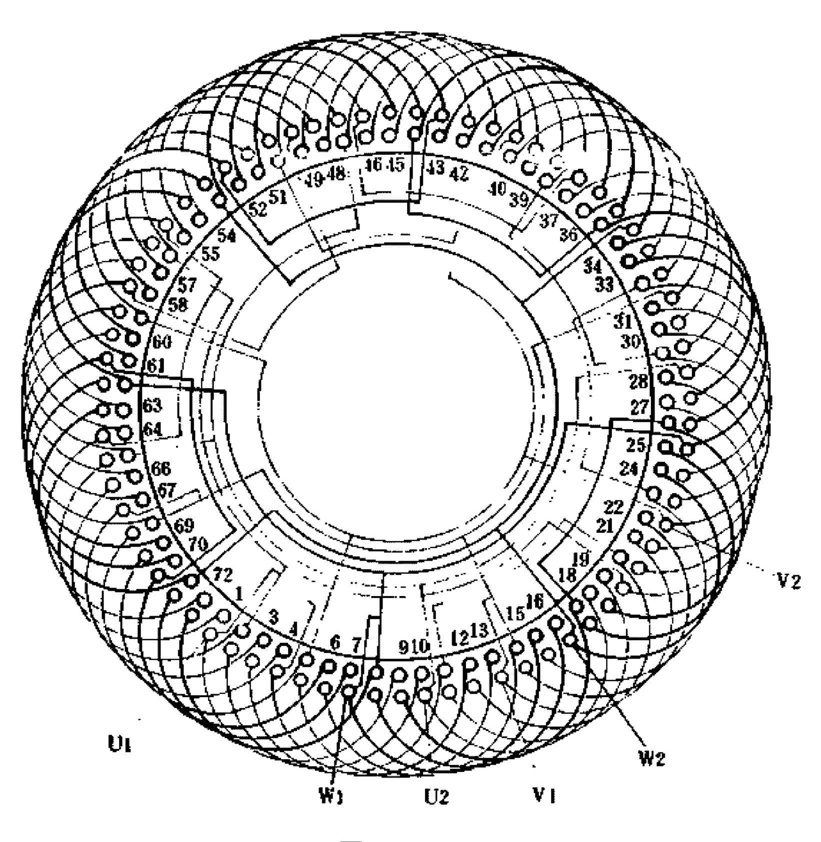


图 1.6.103

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=72$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=24$　线圈节距 $Y=8$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.103　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	72	71	70	69	68	67		66		65		64		63	
	上层										3		2		1		72		71

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	62		61		60		59	……			12		11		10		9	
	上层		70		69		68		……				20		19		18		17

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

3. 特点与应用　绕组节距同前例，但采用四路并联接线，每一支路由两组极性相反的线圈组串联而成。主要应用实例有铝绕组电动机JO2L—81—8等。

1.6.104 72 槽 8 极双层叠式绕组布线接线图之五

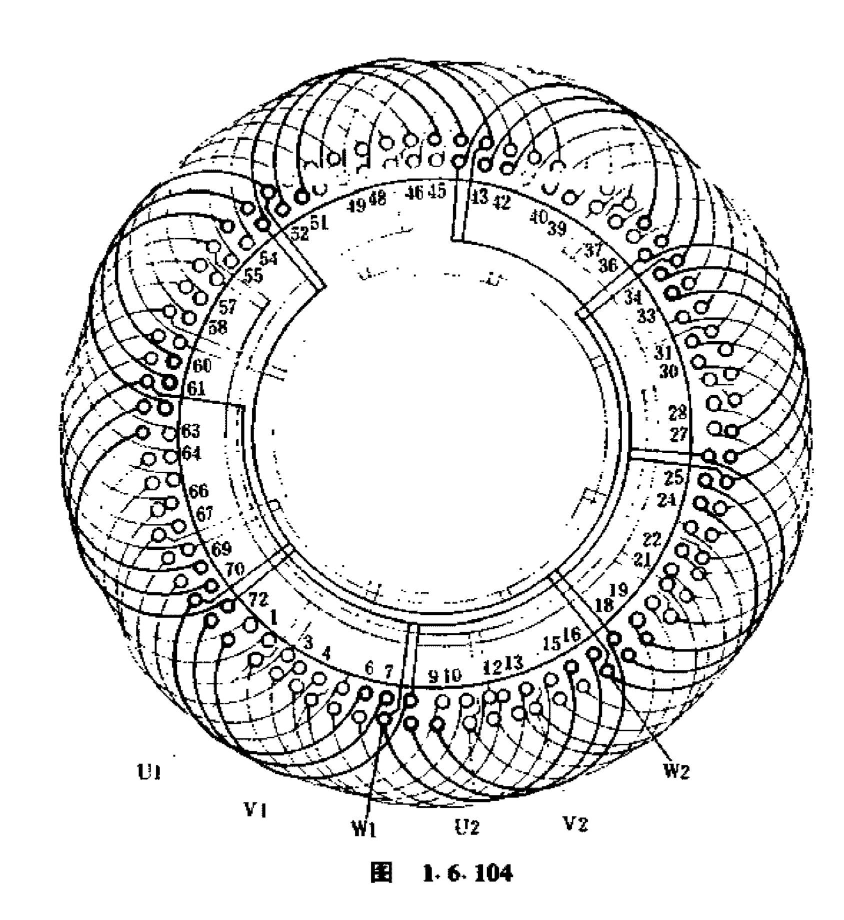


图 1.6.104

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=8$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=72$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=24$ 线圈节距 $Y=8$ 绕组系数 $K_{dp}=0.946$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 1.6.104 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64		63		62		61		60	
	上层										72		71		70		69		68

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	59		58		57		56	……	9		8		7		6	
	上层		67		66		65		……		17		16		15		14

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 特点与应用　绕组特点同前，但采用八路并联接线。此绕组既用于功率较大的低压电动机，如 Y—315M1—8，也应用于中型高压电动机，如 JR—126—8 等。

1.6.105　72 槽 24 极双层叠式绕组布线接线图

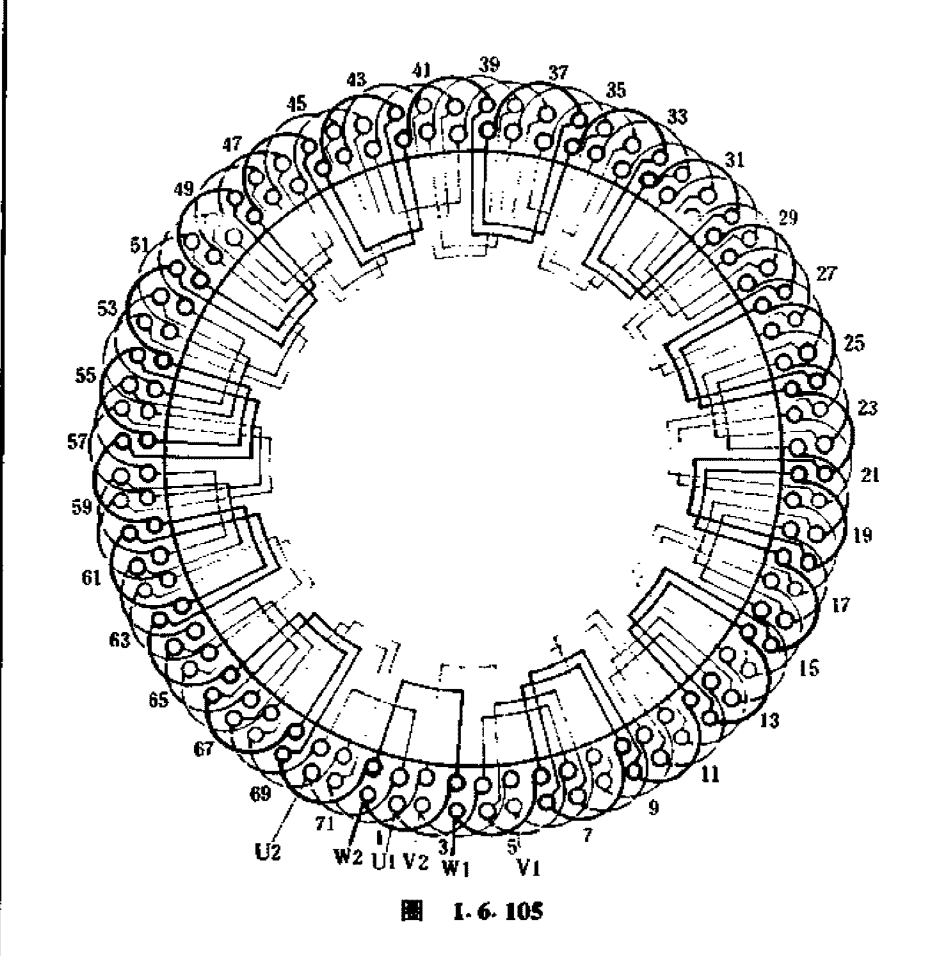


图　1.6.105

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=24$　极相槽数　$q=1$　分布系数　$K_d=1.0$

总线圈数　$Q=72$　绕组极距　$\tau=3$　节距系数　$K_p=1.0$

线圈组数　$u=72$　线圈节距　$Y=3$　绕组系数　$K_{dp}=1.0$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.6.105　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69		68		67		66		65		64		63		62
	上层					72		71		70		69		68		67		66	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		61		60		59		……		11		10		9		8
	上层	65		64		63		62	……	15		14		13		12	

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1				
	上层	11		10		9		8		7		6		5		4	3	2	1

3. 特点与应用　　本例绕组每极相只有 1 槽，且无法采用短距线圈，故形成具有特殊型式的双层叠绕组，即每线圈组只有 1 只线圈如链相扣，故又称双层链式绕组。在单相电动机中常有应用，而三相电动机中仅有 2 例，应用于 24/6 极电梯配套，作为减速平层停车用的 24 极绕组，而且实际接线时均将 U2、V2、W2 在内部连接成星点，仅引出线 3 根。

1.7 三相单双层混合式绕组

单双层混合式绕组是由线圈节距缩短槽数小于 q 的双层整布式绕组，保持原有槽电势和极性不变，把同一槽内同相线圈的上下层有效边合并为一只单层大线圈；而同槽不同相的有效边保持原样，从而使其线圈端部结构演变成具有同心线圈的单双层混合绕组，简称单双层绕组。

一、绕组参数

总线圈数：它包括双层和单层线圈的总和；但与线圈节距平均值有关，即线圈节距缩短越少，则单层大线圈数越多，而总线圈数越少。

显极 $Q=2pmS$

庶极 $Q=pmS$

极相槽数：电动机一相绕组在极距内所占槽数

$$q=Z/2pm$$

每组圈数：是指一组线圈包括单、双层线数之和，即 $S=S_{单}+S_{双}$，其中 $S_{单}$ 是组内单层线圈数；$S_{双}$ 为组内双层线圈数。

线圈组数：指三相绕组包含线圈组的总数

显极 $u=2pm$

庶极 $u=pm$

绕组极距：计算同 1.1 节。

线圈节距：单双层绕组节距不相等。

$\tau=$整数　大圈 $y_1=\tau-1$

次圈 $y_2=y_1-2$

小圈 $y_3=y_2-2$

余类推。

$\tau\neq$整数　大圈 $y_1=\tau+½$

次圈 $y_2=y_1-2$

小圈 $y_3=y_2-2$

余类推。

绕组系数：根据线圈平均节距计算。

二、绕组特点

(1) 它具有双层叠绕可选用短节距线圈的特点而获得较好的电磁性能；

(2) 单双层绕组平均匝长少于相应的双层绕组，可节省铜线，降低附加损耗，提高效率；

(3) 线圈数较双层绕组少，且同心线圈端部交叠少，嵌绕方便；

(4) 单双层线圈匝数不等，大小线圈分布复杂而给布接线带来一定困难。

三、绕组嵌线

单双层混合式绕组只能采用交叠式嵌线，嵌线一般规律为：逐个先嵌小圈($S_{双}$)的下层边，后退再嵌($S_{单}$)大圈沉边，嵌完一组向后退空 $S_{单}$ 槽，再嵌另组小圈下层边、大圈沉边。循此嵌线，直至完成。

四、绕组接线

绕组有显极和庶极布线，接线同其它单层绕组。

1.7.1 18槽2极单双层混合式绕组布线接线图

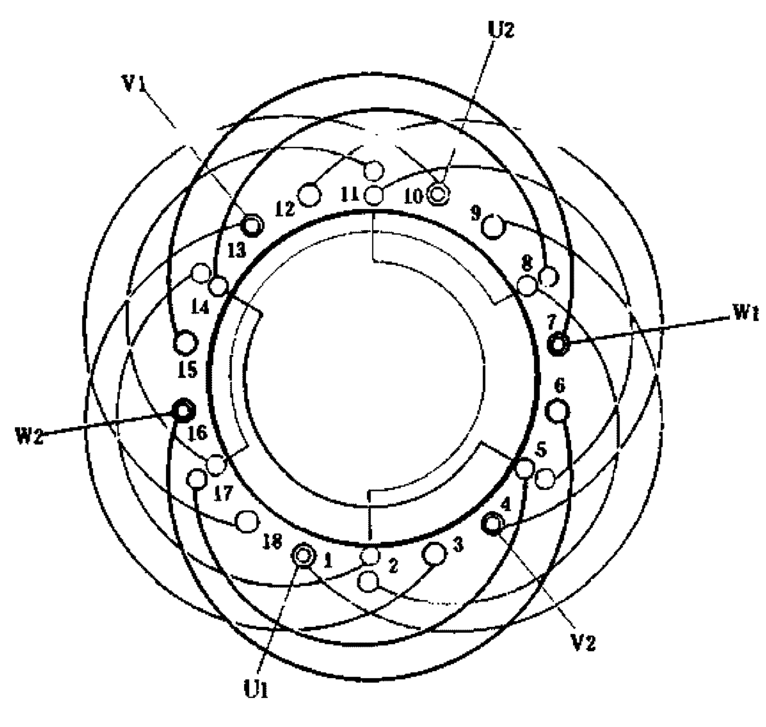


图 1.7.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组双圈 $S_{双}=1$　分布系数 $K_d=0.96$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=3$　节距系数 $K_p=0.985$

总线圈数 $Q=12$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=20°$　并联路数 $a=1$

每组单圈 $S_{单}=1$　线圈节距 $y=1\sim9$

$2\sim8$

2. 嵌线方法　嵌线方法是嵌2槽、退空1槽再嵌2槽，交叠嵌线吊边数为4。嵌线顺序见下表：

表 1.7.1　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
双层槽号	下层	2		17		14				11				8				5							
	上层						2				17				14				11				8		5
单层槽号	沉边		1		16			13				10				7				4					
	浮边								3				18				15				12	9		6	

3. 绕组特点与应用　本例是从 $q=3$、$y=8$ 的双叠绕组演变而来，每组由大、小各1线圈组成，每相有两组线圈，采用显极接线，即同相组间是"尾与尾"或"头与头"相接。此绕组是单双层混合式应用较多的绕组，国外进口设备配套压力泵电机中采用；国内在B11型平板振动器及Z2D—130型直联插入式低电压高频振动器等专用电动机应用。

1.7.2 24槽2极单双层混合式绕组布线接线图

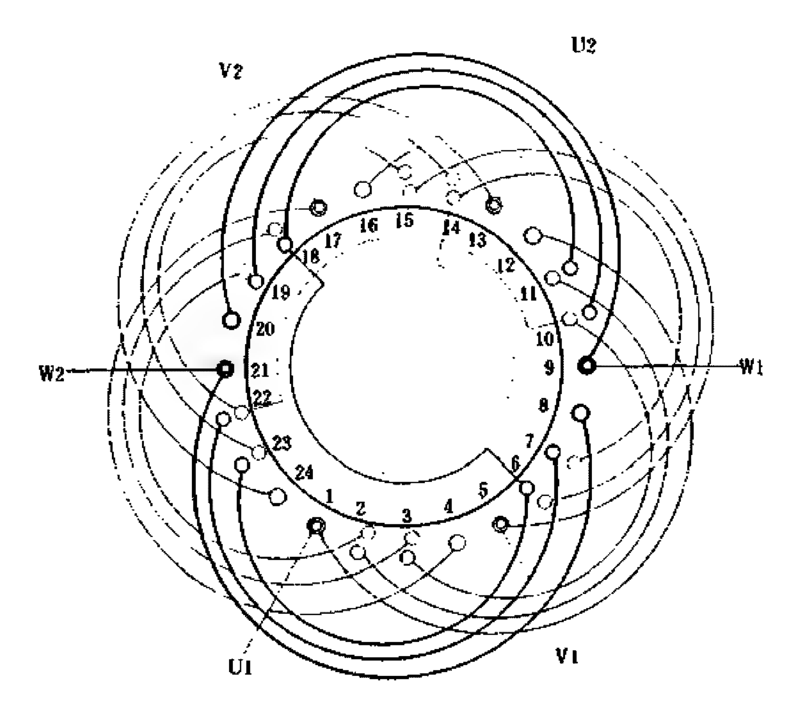


图 1.7.2

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=24$	每组双圈	$S_{双}=2$	分布系数	$K_d=0.958$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=4$	节距系数	$K_p=0.966$
总线圈数	$Q=18$	绕组极距	$\tau=12$	绕组系数	$K_{dp}=0.925$
线圈组数	$u=6$	每槽电角	$\alpha=15°$	并联路数	$a=1$
每组单圈	$S_{单}=1$	线圈节距	$Y=(1—12)(2—11、3—10)$		

2. 嵌线方法　绕组嵌线采用交叠法，吊边数为6；嵌线时先嵌3槽，退空1槽，再嵌3槽，余类推。但所嵌3槽系指一组线圈中的两个双层有效边的下层边和一个单层线圈边。嵌线顺序可参考下表：

表 1.7.2 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
双层槽号	下层	3	2		23	22		19		18				15		14			
	上层								2		3				22		23		
单层槽号	沉边			1			21					17						13	
	浮边												4						24

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
双层槽号	下层	11		10				7		6									
	上层		18		19				14		15				11	10		7	6
单层槽号	沉边					9						5							
	浮边						20						16	12			8		

3. 绕组特点与应用　本例采用显极布线，系由 $q=4$、$Y=10$ 的双层叠式绕组演变而来，每组由1大、2小线圈组成，每相两组线圈是反极性串联。它除具有原双层叠式短距绕组的优点外，嵌线比相应双叠绕组吊边10减少6边，还有嵌线方便的特点。目前国内应用不多，曾见用于JO3—160M2—TH电动机部分厂家产品；但原(苏)的AOП2—31—2—X、AOП2—32—2—60等异步电动机均有应用。

1.7.3 36槽2极单双层混合式绕组布线接线图

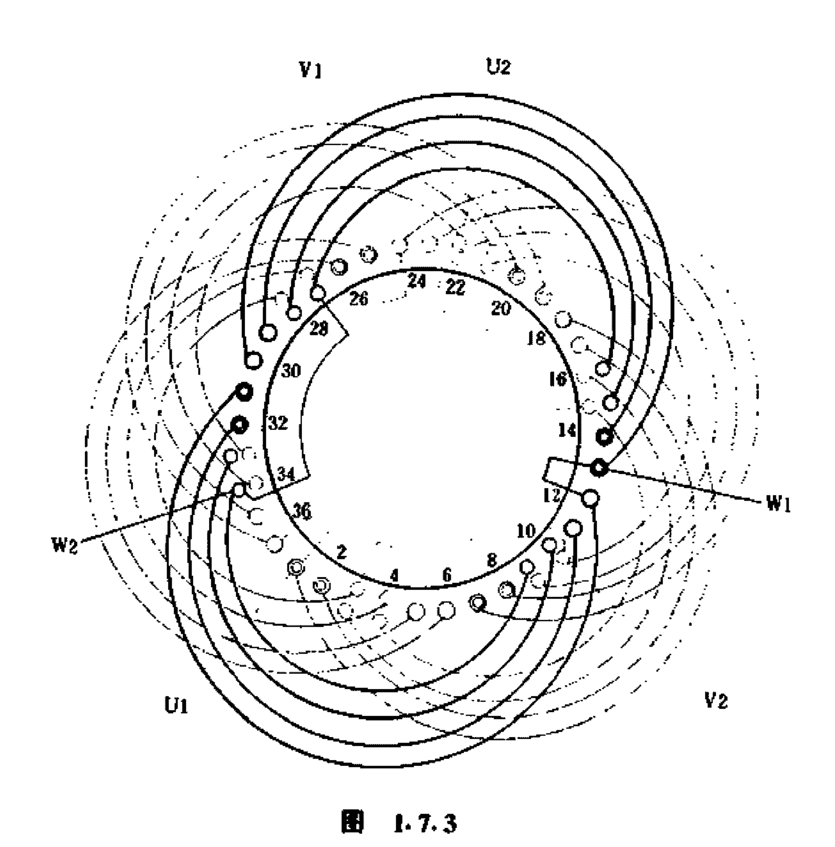


图 1.7.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组双圈 $S_{双}=2$　分布系数 $K_d=0.956$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=6$　节距系数 $K_p=0.985$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=18$　绕组系数 $K_{dp}=0.942$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=10°$　并联路数 $a=2$

每组单圈 $S_{单}=2$　线圈节距 $Y=(1—18、2—17)(3—16、4—15)$

2. 嵌线方法　本例采用交叠嵌线，嵌线是先嵌 2 小、2 大线圈边，退空 2 槽后再嵌 2 小、2 大边，余类推。吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 1.7.3 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
双层槽号	下层	4	3			34	33			28		27						22		21					
	上层										3		4						33		34				
单层槽号	沉边			2	1			32	31					26		25						20		19	
	浮边														5		6						35		36

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
双层槽号	下层	16		15						10		9													
	上层		27		28						21		22							16	15			10	9
单层槽号	沉边					14		13						8		7									
	浮边						29		30						23		24	18	17			12	11		

3. 绕组特点与应用　本例为二路并联，显极式布线，是由 $q=6$、$Y=16$ 的双叠式绕组演变而来，每组由 2 大、2 小线圈组成，每相两组线圈反向并联，使两组电流方向相反。绕组除具有相应短距叠绕的优点外，嵌线吊边数也较之减少 8 边，嵌线也比双叠绕组方便。主要应用实例有 JO2L—71—2 电动机。

1.7.4 36 槽 4 极单双层混合式绕组布线接线图

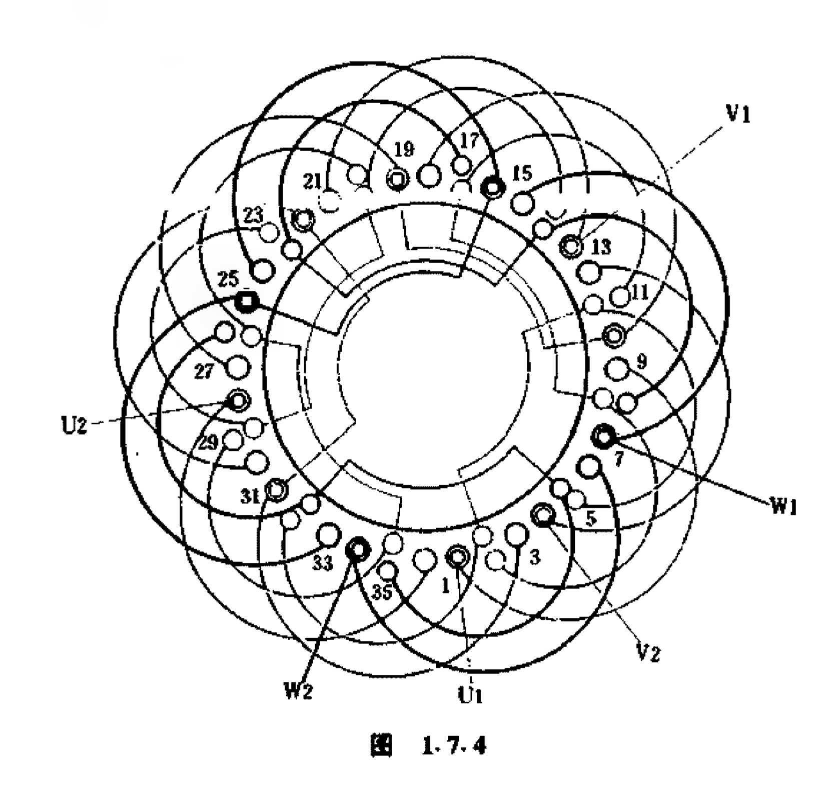


图 1.7.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组双圈 $S_{双}=1$　分布系数 $K_d=0.96$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　节距系数 $K_p=0.985$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.951$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=20°$　并联路数 $a=1$

每组单圈 $S_{单}=1$　线圈节距 $Y=(1—9、2—8)$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 1，嵌线时嵌 2(一小、一大)槽，退空 1 槽再嵌 2 槽。嵌线顺序见下表：

表 1.7.4 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
双层槽号	下层	2		35		32				29				26				23				20			
	上层						2				35				32				29				26		
单层槽号	沉边		1		34			31				28				25				22				19	
	浮边								3				36				33				30				27

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
双层槽号	下层	17				14				11				8				5							
	上层		23				20				17				14				11				8		5
单层槽号	沉边			16				13				10				7				4					
	浮边				24				21				18				15				12	9		6	

3. 绕组特点与应用　绕组系显极布线，是由 $q=3$、$Y=8$ 的双层叠式绕组演变而来，每组由大、小各 1 圈组成，每相 4 线圈组按正、反、正、反方向串联，即使同相相邻组极性相反。绕组嵌线方便，吊边数减少到双层叠式相应绕组的一半。主要应用实例有 JO3—160S—4、JO2—41—4 部分厂家产品。

1.7.5 36槽8极单双层混合式绕组布线接线图之一

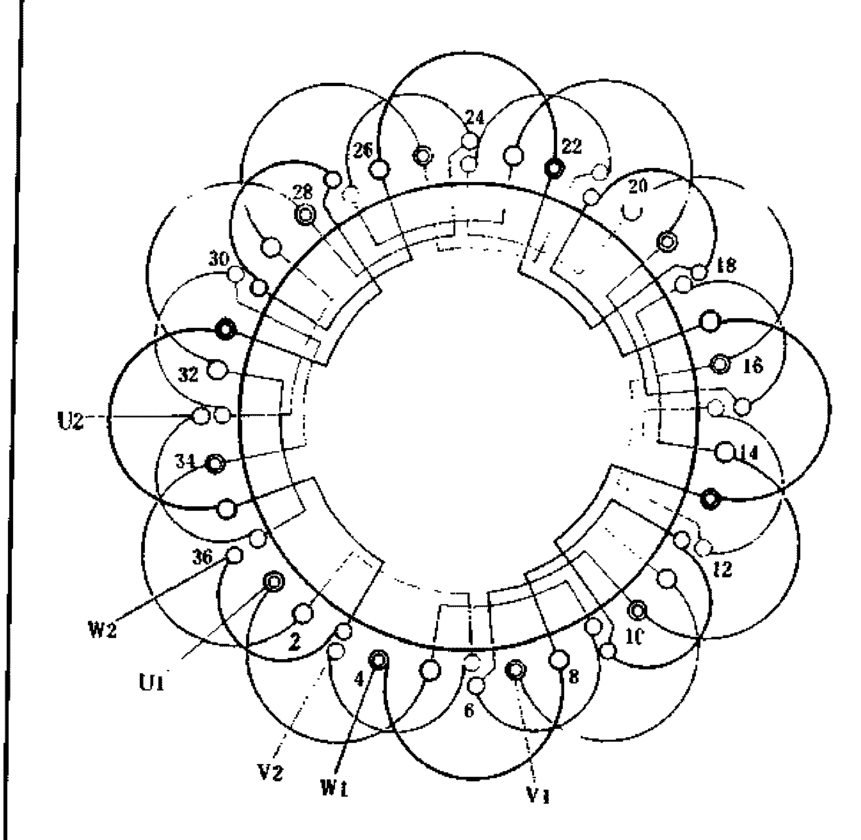


图 1.7.5

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	每组双圈	$S_{双}=1$	分布系数	$K_d=0.96$
电机极数	$2p=8$	极相槽数	$q=1½$	节距系数	$K_p=0.985$
总线圈数	$Q=24$	绕组极距	$\tau=4½$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$
线圈组数	$u=24$	每槽电角	$\alpha=40°$	并联路数	$a=1$
每组单圈	$S_{单}=1$	线圈节距	$Y=$或(1—5) 或(1—4)		

2. 嵌线方法　绕组采用一大一小交替嵌线，即嵌1槽(大)、再嵌1槽(小)，退1槽，又嵌1大1小。吊边数为2。嵌线顺序见下表：

表 1.7.5 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
双层槽号	下层		36			33				30				27				24				21			
	上层						36				33				30				27				24		
单层槽号	沉边	1		34				31				28				25				22				19	
	浮边				2				35				32				29				26				23

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
双层槽号	下层	18				15				12				9				6				3			
	上层		21				18				15				12				9				6		3
单层槽号	沉边			16				13				10				7				4					
	浮边				20				17				14				11				8			5	

3. 绕组特点与应用　本例系显极式布线的分数绕组方案。它是由$q=1½$、$Y=4$的双层叠式分数绕组演变而来。线圈不等距，每组为1只单层大线圈或1只双层小线圈的单一线圈组，并交替轮换分布。每相由8只线圈(组)构成，按“尾与尾”或“头与头”串接。绕组无产品实例，曾用于JO3T—90S—8电动机改绕。

1.7.6　36 槽 8 极单双层混合式绕组布线接线图之二

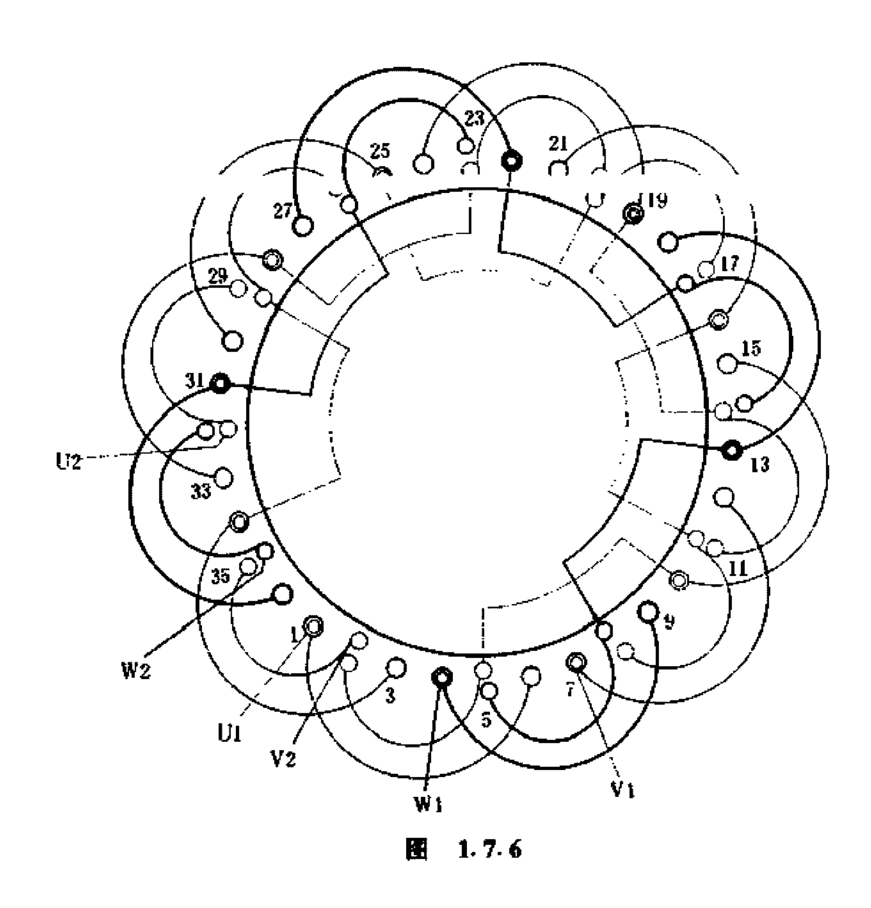


图　1.7.6

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组双圈　$S_{双}=1$　分布系数　$K_d=0.96$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=1\frac{1}{2}$　节距系数　$K_p=0.985$

总线圈数　$Q=24$　绕组极距　$\tau=4\frac{1}{2}$　绕组系数　$K_{dp}=0.946$

线圈组数　$u=12$　每槽电角　$\alpha=40°$　并联路数　$a=1$

每组单圈　$S_{单}=1$　线圈节距　$Y=(1—6)\ (2\ \ 5)$

2. 嵌线方法　本例是庶极布线，嵌线可用交叠法或整嵌法，整嵌是隔组嵌入形成双平面绕组；交叠嵌线吊边数 2，嵌线顺序见下表：

表 1.7.6　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
双层槽号	下层	2		35				32				29				26				23				20	
	上层				2				35				32				29				26				23
单层槽号	沉边		1			34				31				28				25				22			
	浮边						3				36				33				30				27		

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
双层槽号	下层			17				14				11				8				5					
	上层				20				17				14				11				8				5
单层槽号	沉边	19				16				13				10				7				4			
	浮边		24				21				18				15				12				9	6	

3. 绕组特点与应用　本例是由 $q=1\frac{1}{2}$、$Y=1—5$ 双叠分数绕组演化而成的庶极式单双层绕组，每组由大小各 1 只线圈构成同心线圈组，八极绕组每相仅用 4 组线圈，按"头与尾"相接成相同极性，在工艺上具有线圈组数少、吊边数少等优点。此绕组应用实例不多，曾见用于 YZR160L—8 绕线或异步电动机转子。

1.7.7 42 槽 2 极单双层混合式绕组布线接线图

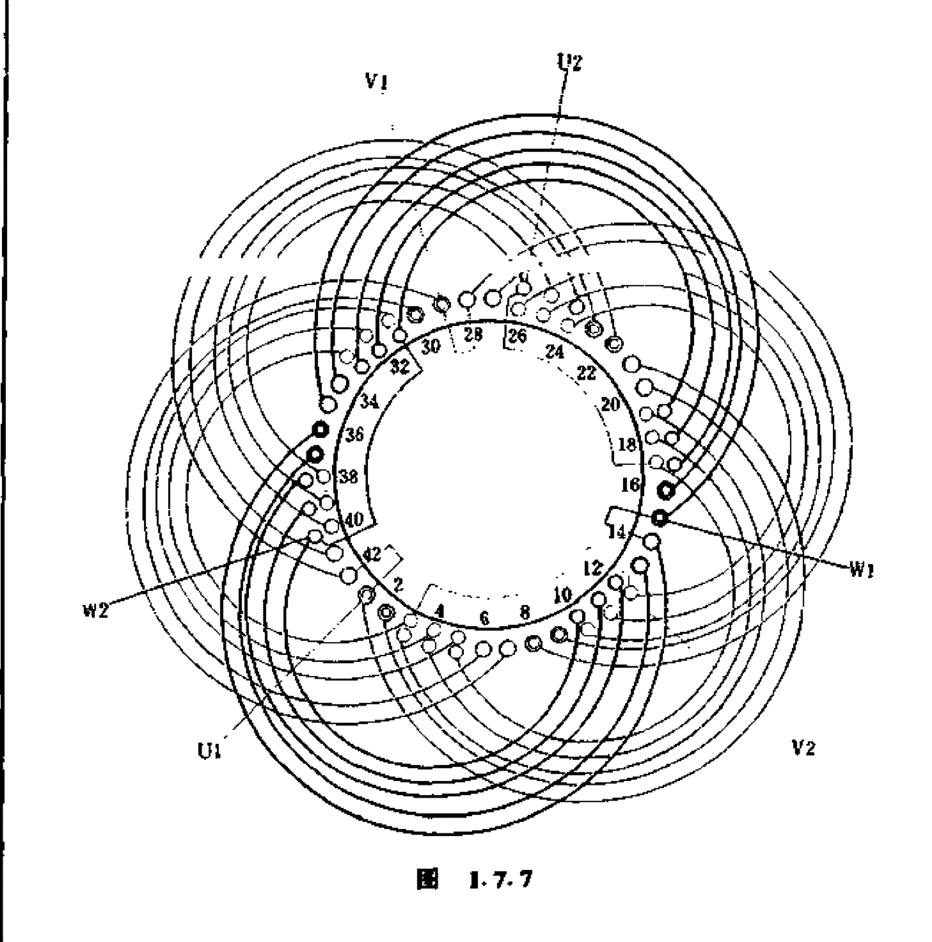


图 1.7.7

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=42$　每组双圈 $S_{双}=3$　分布系数 $K_d=0.955$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=7$　节距系数 $K_p=0.977$

总线圈数 $Q=30$　绕组极距 $\tau=21$　绕组系数 $K_{dp}=0.93$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=8°35'$　并联路数 $a=2$

每组单圈 $S_{单}=2$　线圈节距 $Y=$(1—21、2　20)　(3　19、4　18、5　17)

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

表 1.7.7　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
双层槽号	下层	5	4	3			40	39	38			33		32		31					
	上层												3		4		5				
单层槽号	沉边				2	1				37	36							30		29	
	浮边																		6		7

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
双层槽号	下层	26		25		24						19		18		17					
	上层		38		39		40						31		32		33				
单层槽号	沉边							23		22								16		15	
	浮边								41		42								34		35

嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
双层槽号	下层	12		11		10															
	上层		24		25		26							19	18	17			12	11	10
单层槽号	沉边							9		8											
	浮边								27		28	21	20				14	13			

3. 绕组特点与应用　本例由 $q=7$、$Y=18$ 的双层叠绕组演变而来，每组由 2 只大线圈和 3 只小线圈组成。绕组采用显极布线，二路并联，同相两组线圈极性相反。应用实例见于 JO2L—93—8 型异步电动机。

1.7.8　48 槽 2 极单双层混合式绕组布线接线图

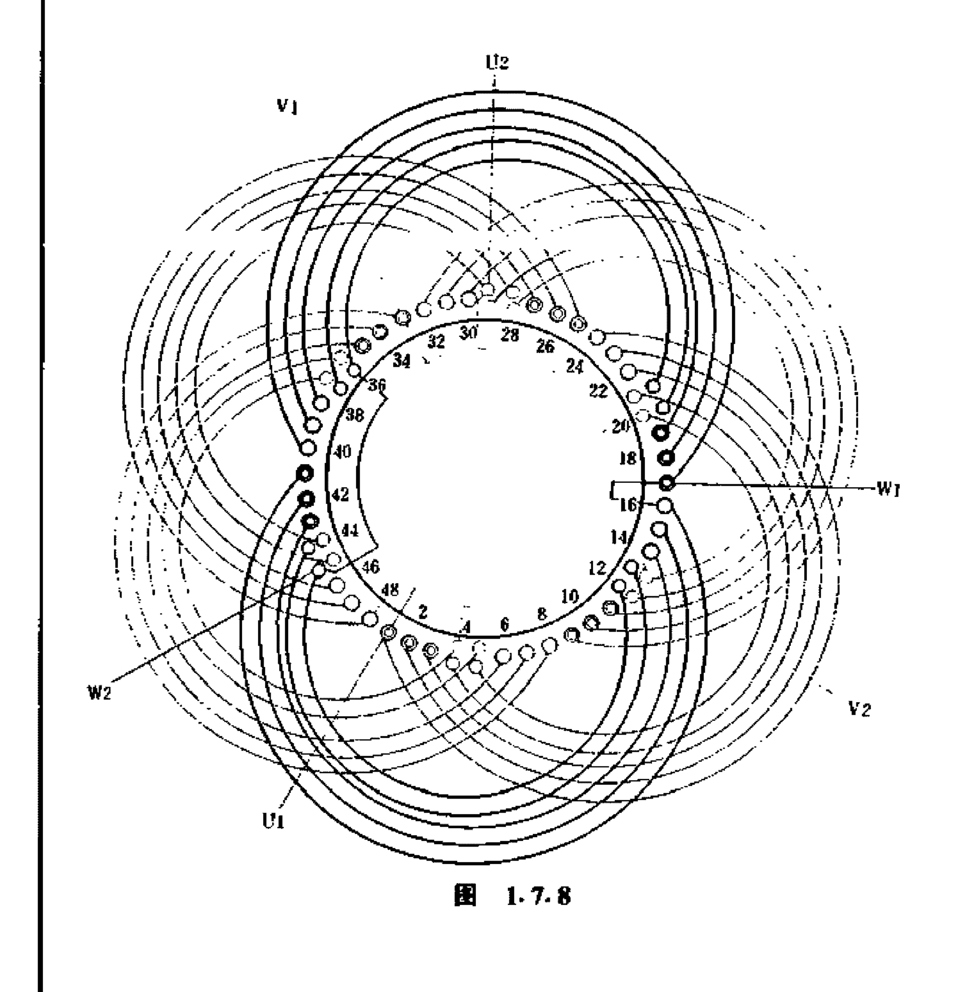


图　1.7.8

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　每组双圈　$S_{双}=2$　分布系数　$K_d=0.955$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=8$　节距系数　$K_p=0.991$

总线圈数　$Q=30$　绕组极距　$\tau=24$　绕组系数　$K_{dp}=0.946$

线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=7°30'$　并联路数　$a=2$

每组单圈　$S_{单}=3$　线圈节距　$Y=(1—24、2—23、3—22)$

$(4—21、5—20)$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

表 1.7.8　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
双层槽号	下层	5	4				45	44				37		36							
	上层												4		5						
单层槽号	沉边			3	2	1			43	42	41					35		34		33	
	浮边																6		7		8
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
双层槽号	下层	29		28								21		20							
	上层		44		45								36		37						
单层槽号	沉边					27		26		25						19		18		17	
	浮边						46		47		48						38		39		40
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
双层槽号	下层	13		12																	
	上层		28		29										21	20				13	12
单层槽号	沉边					11		10		9											
	浮边						30		31		32	24	23	22			16	15	14		

3. 绕组特点与应用　　本例由 $q=8$、$Y=22$ 的双叠绕组演变而来，每组由 3 只大线圈和 2 只小线圈组成。每相两组线圈反极性并联成二路。应用实例有 JO2L—93—2。

1.7.9 60槽4极单双层混合式绕组布线接线图

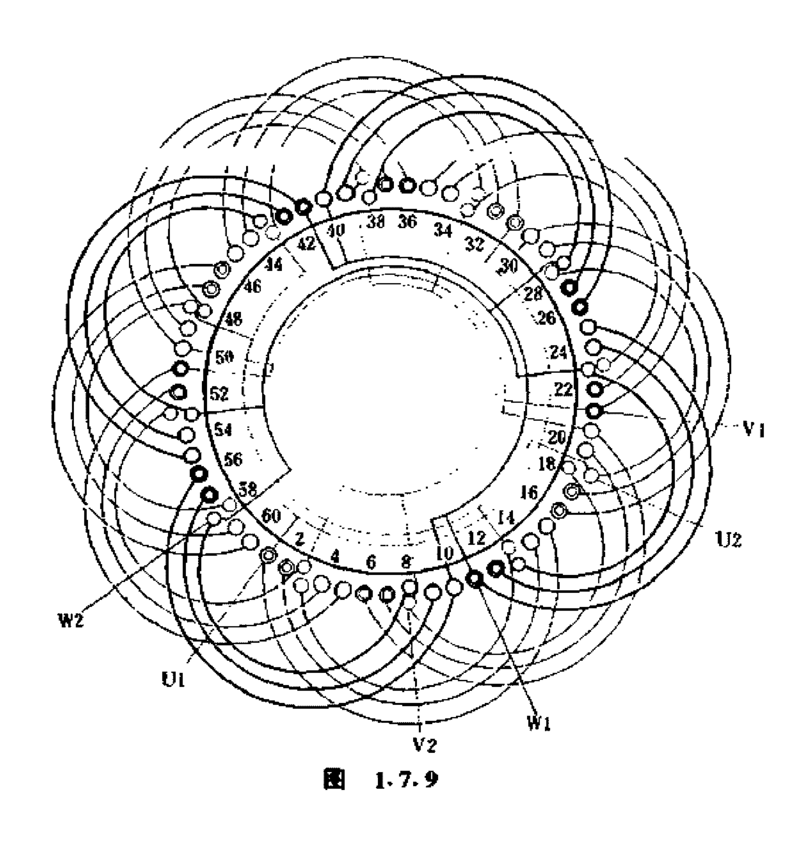


图 1.7.9

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=60$　每组双圈 $S_{双}=1$　分布系数 $K_d=0.957$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=5$　节距系数 $K_p=0.995$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=15$　绕组系数 $K_{dp}=0.952$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=12°$　并联路数 $a=4$

每组单圈 $S_{单}=2$　线圈节距 $Y=(1—15、2　14)(3　13)$

2. 嵌线方法　采用交叠嵌线，吊边数为6。嵌线顺序见下表：

表1.7.9　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
双层槽号	下层	3			58			53						48						43					
	上层								3						58						53				
单层槽号	沉边		2	1		57	56			52		51				47		46				42		41	
	浮边										4		5				59		60				54		55

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
双层槽号	下层	38						33						28						23					
	上层		48						43						38						33				
单层槽号	沉边			37		36				32		31				27		26				22		21	
	浮边				49		50				44		45				39		40				34		35

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
双层槽号	下层	18						13						8											
	上层		28						23						18							13			8
单层槽号	沉边			17		16				12		11				7		6							
	浮边				29		30				24		25				19		20	15	14		10	9	

3. 绕组特点与应用　本例是显极式布线，绕组由 $q=5$、$Y=14$ 的双层叠绕组演变而来，每组由2大1小线圈组成；每相4组按相邻反极性并接成四路。绕组应用实例有JO2L—94—4铝线电动机。

1.8 三相内星角形(△)正弦绕组

三相正弦绕组又称星一角混合绕组，是近年出现的高质量特殊型式。它具有如下优点：

(1) 能有效地削减高次谐波，改善电机运行性能；

(2) 有较高的绕组系数和功率因数，可提高电机出力；

(3) 可减少附加损耗、提高电机运行效率，节省电能，并降低运行温度；

(4) 可减少振动和噪声，提高运行的稳定性。

虽然正弦绕组具有很多优点，但由于结构和接线复杂，工艺要求高，嵌线制作较费工时，故目前的产品电机尚未采用。但随着技术进步和对产品质量要求的提高，正弦绕组将最终成为高性能、高效率电动机首选的绕组型式。目前则主要用于提高电机功效的改绕修理。

一、正弦绕组的构成

正弦绕组是把 60°相带绕组每极相分成△形和Y形两部分。由于星形绕组较角形绕组电流滞后 30°电角，从而使电机综合电流在定子圆周上的分布更接近于正弦波形，故被称为正弦绕组。正弦绕组的构成是以三相绕组为基础，即将三相绕组每极相所占槽数 q 一分为二，一部分接成角形绕组，另一部分接成星形绕组，两部分绕组分别按常规独立接线，实质是在一台电机定子上嵌入两套三相绕组，最后将两部分绕组按需接成△形或人形。

二、绕组参数

(1) 线圈数　正弦绕组总线圈数是两部分绕组线圈之和，即 $Q=Q_d+Q_y$，如是双层布线，总线圈数等于槽数；若采用单层布线则 $Q_单=Z/2$；单双层布线则界于两者之间；

(2) 线圈组数　系指两部分绕组线圈组数之和；

(3) 每组圈数　包括角形(S_d)和星形(S_y)两部分；

(4) 极相槽数　与一般三相绕组相同，即 $q=Z/2pm$，但两部分绕组每极相占槽 q_d 与 q_y 可以相等，也可不等；

(5) 线圈节距　正弦绕组线圈节距包括 Y_d 和 Y_y，对双层绕组 $Y_d=Y_y$；单层或单双层可不同；

(6) 并联支路数　一般改绕常取 $a_d=a_y$，但亦有个别图例 $a_d\neq a_y$。

三、布线接线要点

正弦绕组有多种布线型式，详细可参考 1.9 节说明。内星角形的接线分三步进行：

1) 先将属于角形的线圈(组)按三相电动机常规绕组接成△形，抽出引接线并标示 U_d、V_d、W_d；

2) 再把其余线圈(组)逐相连接后，尾端连成星点，接成Y形绕组；

3) 最后把星形绕组的头端标示 U_y、V_y、W_y，并与 U_d、V_d、W_d 对应端并接。

四、改绕参数换算

正弦绕组目前主要用于电动机提高性能的改绕。详细的说明可参考 1.9 节介绍。改绕参数的换算见表 1.8。

表 1.8　三相电动机改绕内星角形(△)正弦绕组的基本参数计算

原绕组接法	改绕参数	正弦Y形部分	正弦△形部分
三相Y形	每槽导线数	$N_y=1.94N_o\dfrac{K_{po}}{K_p}$	$N_d=3.36N_o\dfrac{K_{po}}{K_p}$
	导线截面积	$S_y=0.515S_o\dfrac{K_p}{K_{po}}$	$S_d=0.299S_o\dfrac{K_p}{K_{po}}$
三相△形	每槽导线数	$N_y=1.12N_o\dfrac{K_{po}}{K_p}$	$N_d=1.94N_o\dfrac{K_{po}}{K_p}$
	导线截面积	$S_y=0.892S_o\dfrac{K_p}{K_{po}}$	$S_d=0.515S_o\dfrac{K_p}{K_{po}}$

注：N_o、S_o—改绕电动机原三相绕组每槽有效导线数和导线截面积；
K_{po}、K_p—原三相绕组及改绕正弦绕组的节距系数。

五、图例说明

1) 正弦绕组每极相线圈分别由角形和星形两部分组成，每组线圈数可相等，也可不等；

2) 绕组参数中角形部分用脚注"d"表示；星形用"y"表示；

3) 图例中的图 a 是正弦绕组布接线端面模拟图，其中角形线圈用细实线绘制，以虚线连接；星形线圈用粗实线绘制而用实线连接；

4) 正弦绕组连接线交叉较多，为便于看图，本节例图交接点采用打"•"表示。

1.8.1 24槽2极三相正弦绕组内星角形单层链式布线接线图

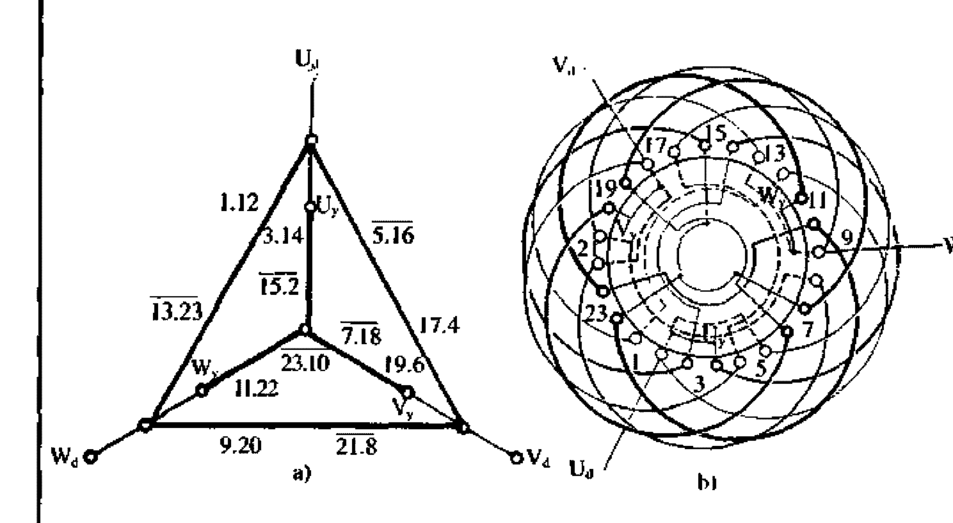


图 1.8.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　　线圈组数 $u=12$　　绕组极距 $\tau=12$

电机极数 $2p=2$　　每组圈数 $S_d=1$　　线圈节距 $Y_d=1-12$

总线圈数 $Q=12$　　极相槽数 $q=4$　　$Y_y=3-14$

△线圈数 $Q_d=6$　　$S_y=1$　　节距系数 $K_p=1$

Y线圈数 $Q_y=6$　　△极相槽 $q_d=2$　　并联路数 $a_d=a_y=1$

Y极相槽 $q_y=2$　　每槽电角 $\alpha=15°$

2. 绕组特点　本例采用单层显极式布线，两套绕组占槽相等，且每组线圈数相等，而每组只有一只线圈，故属单链绕组。虽为全距绕组，但每只线圈实际跨距均小于极距，而且总线圈数比双层绕组少一半，具有嵌绕省时、方便等特点。

3. 嵌线方法　绕组分层嵌线，先把角形部分的线圈嵌入相应槽内，完成后再将星形部分的线圈嵌于面层，嵌线顺序见下表：

表 1.8.1

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌人△形槽号	下层	1	21	17	4	13	24	9	20	5	16	12	8
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌人Y形槽号	上层	3	23	19	6	15	2	11	22	7	18	14	10

4. 接线要点　将两种线圈引线整理顺直分开，暂时把Y形线圈的引线扳向定子中心束起；分别把△形部分同相两线圈"尾与尾"连接，三相再接成△形，抽出电机绕组三相引线 U_d、V_d、W_d。然后如图确定Y形部分的相头 U_y、V_y、W_y，逐相按显极连接好后，将三相尾端结为星点，再将相头对应相别与 U_d、V_d、W_d 连接，如图 b)所示。

5. 改绕计算　绕组有两种参数的线圈，基本参数由表 1.8 计算，例如：

(1) 原绕组为Y形接法改绕正弦绕组

星形部分　每槽导线数　$N_y=1.94N_oK_{po}/K_p$

线圈匝数　$W_y=N_y$

导线截面积　$S_y=0.515S_oK_p/K_{po}$

角形部分　每槽导线数　$N_d=3.36N_oK_{po}/K_p$

线圈匝数　$W_d=N_d$

导线截面积　$S_d=0.299S_oK_p/K_{po}$

(2) 原绕组为△形接法改绕正弦绕组

星形部分　每槽导线数　$N_y=1.12N_oK_{po}/K_p$

线圈匝数　$W_y=N_y$

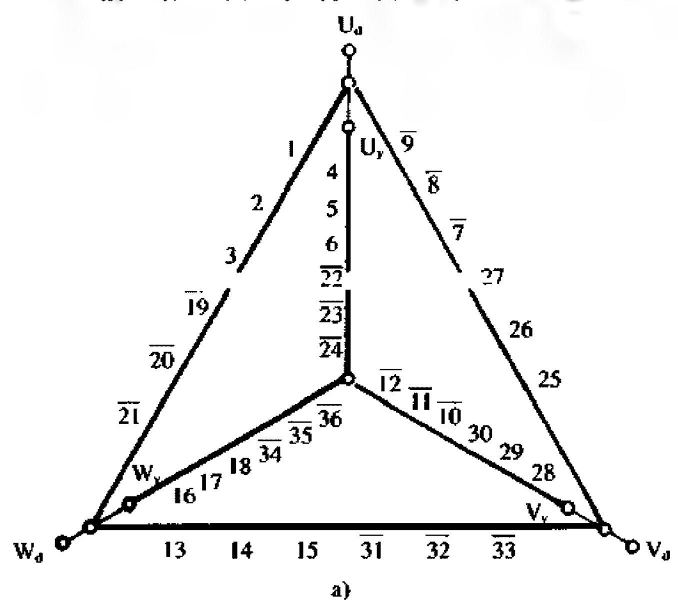
导线截面积　$S_y=0.892S_oK_p/K_{po}$

角形部分　每槽导线数　$N_d=1.94N_oK_{po}/K_p$

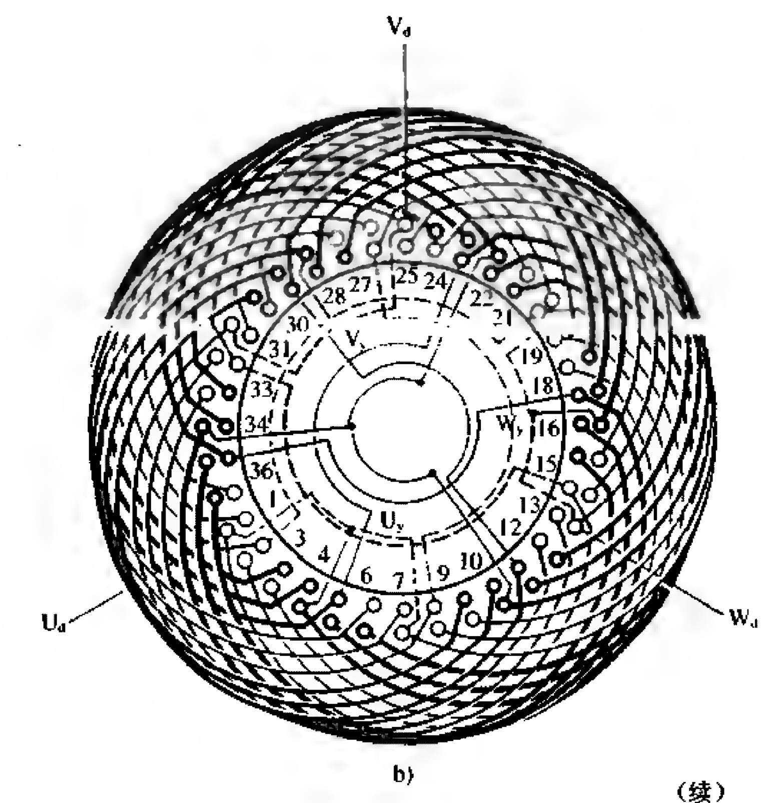
线圈匝数　$W_d=N_d$

导线截面积　$S_d=0.515S_oK_p/K_{po}$

1.8.2 36槽2极三相正弦绕组内星角形双层叠式布线接线图



a)



b)

图 1.8.2

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	线圈组数	$u=12$	绕组极距	$\tau=18$
电机极数	$2p=2$	每组圈数	$S_d=3$ $S_y=3$	线圈节距	$Y_d=1—18$ $Y_y=4—21$
总线圈数	$Q=36$	极相槽数	$q=6$	节距系数	$K_p=0.996$
△线圈数	$Q_d=18$	△极相槽	$q_d=3$	并联路数	$a_d=a_y=1$
Y线圈数	$Q_y=18$	Y极相槽	$q_y=3$	每槽电角	$\alpha=10°$

2. 绕组特点　本例采用双层叠式显极布线，两套绕组占槽相等，每组均由3只线圈组成；两套线圈匝数不同，但尺寸相同，可用同规格模板绕制，故线圈绕制方便，绕组排列整齐、端部美观；但线圈跨距大，吊边数达17，给嵌线造成很大困难。

3. 嵌线方法　绕组嵌线方法与普通双叠绕组相同，但由于星形和角形线圈参数不同，故嵌线时要按图轮换嵌入。嵌线顺序见下表：

表 1.8.2

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	6	5	4	3	2	1	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		24		23		22		21		20		19		18		17		16
	上层	6		5		4		3		2		1		36		35		34	

（续）

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8		7
	上层	33		32		31		30		29		28		27		26		25	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层																		
	上层	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

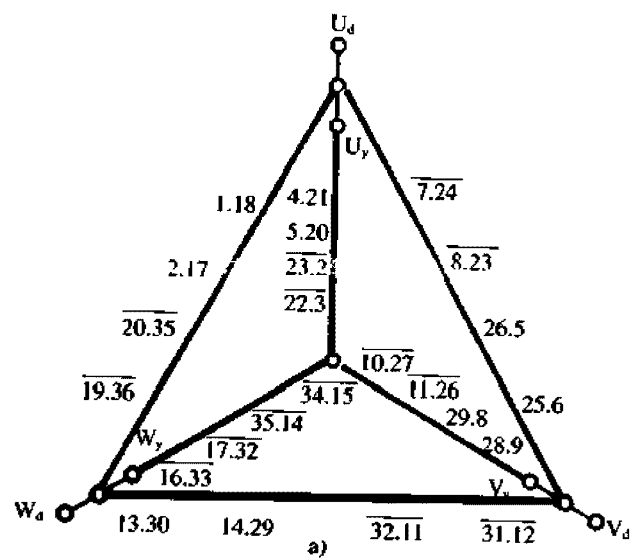
4. 接线要点　绕组为显极式布线，同相相邻线圈组应反接串联。实施时宜先接角形部分，后接星形部分，并将星形绕组的三相头 U_y、V_y、W_y 分别接在角形相应的三顶点，如图(b)所示，再引出 U_d、V_d、W_d 三根引线。

5. 改绕计算　绕组有角形和星形两种线圈，正弦绕组基本参数根据原三相绕组接法由表1.8公式计算，线圈参数由下式确定：

星形线圈匝数　$W_y=N_y/2$

角形线圈匝数　$W_d=N_d/2$

1.8.3 36槽2极三相正弦绕组内星角形单双层同心式布线接线图之一



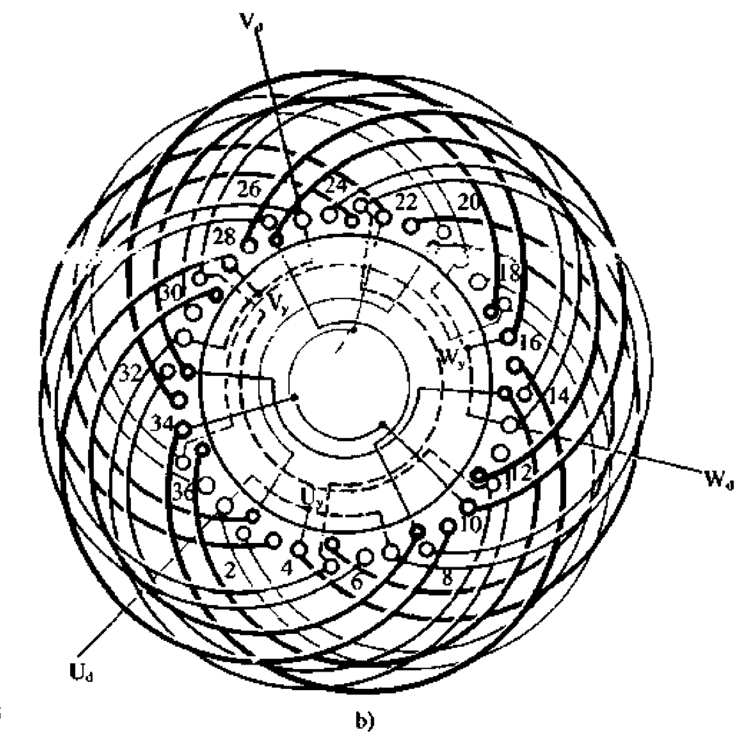


图 1.8.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　线圈组数 $u=12$　绕组极距 $\tau=18$

电机极数 $2p=2$　每组圈数 $S_d=2$　线圈节距 $Y_d=1—18,2—17$

总线圈数 $Q=24$　$S_y=2$　$Y_y=4—21,5—20$

△线圈数 $Q_d=12$　极相槽数 $q=6$　节距系数 $K_p=0.996$

丫线圈数 $Q_y=12$　△极相槽 $q_d=3$　并联路数 $a_d=a_y=1$

丫极相槽 $q_y=3$　每槽电角 $\alpha=10°$

2. 绕组特点　本例采用单双层布线，两套绕组占槽相等，线圈数相等，绕组有四种不同参数线圈；每组由两只不等匝同心线圈构成，故线圈组要用双塔模绕制；但绕组线圈较双层绕组少12只，而且可分层嵌线，吊边数少，只吊4边，嵌线比双叠绕组方便。

3. 嵌线方法　嵌线采用分层嵌线，即先把角形部分的线圈嵌入相应槽内，垫好层间及端部绝缘后再嵌星形部分的线圈，因此，实质上是由两套同心式三相绕组构成。嵌线顺序见下表：

表 1.8.3

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入下层槽号	2	1	32	31	26	5	25	6	20	35	19	36	14	29	13	30
嵌绕次序	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入下层槽号	8	23	7	24	17	18	11	12								
嵌入上层槽号									5	4	35	34	29	8	28	9

（续）

嵌绕次序	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入上层槽号	23	2	22	3	17	32	16	33	11	26	10	27	20	21	14	15

4. 接线要点　绕组属显极式布线，同相相邻线圈组应反接串联。接线时先接角形部分，并如图所示引出 U_d、V_d、W_d；然后再将星形部分接成丫形，但星形部分三相进线必须 U_y、V_y、W_y 与 U_d、V_d、W_d 同极对应，最后把 U_y、V_y、W_y 分别对应并接于 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。

5. 改绕计算　正弦绕组基本参数中的每槽导线数 N_y、N_d 及导线截面积 S_y、S_d 由表1.8计算，绕圈匝数由下式确定：

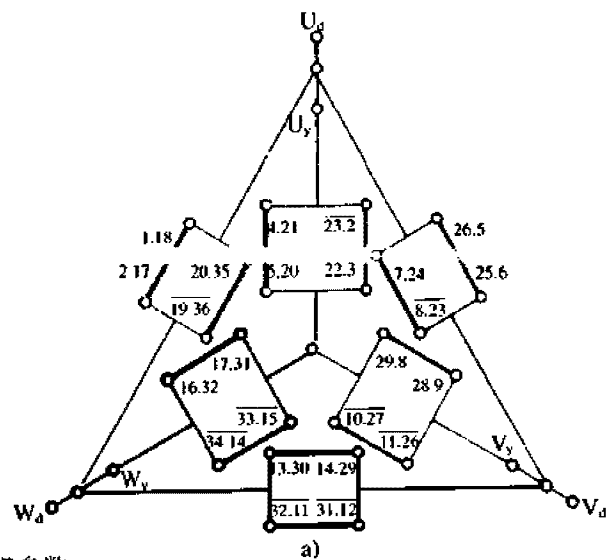
星形　同心大线圈匝数　$W_{y4}=N_y$

　　　同心小线圈匝数　$W_{y5}=W_{y4}/2$

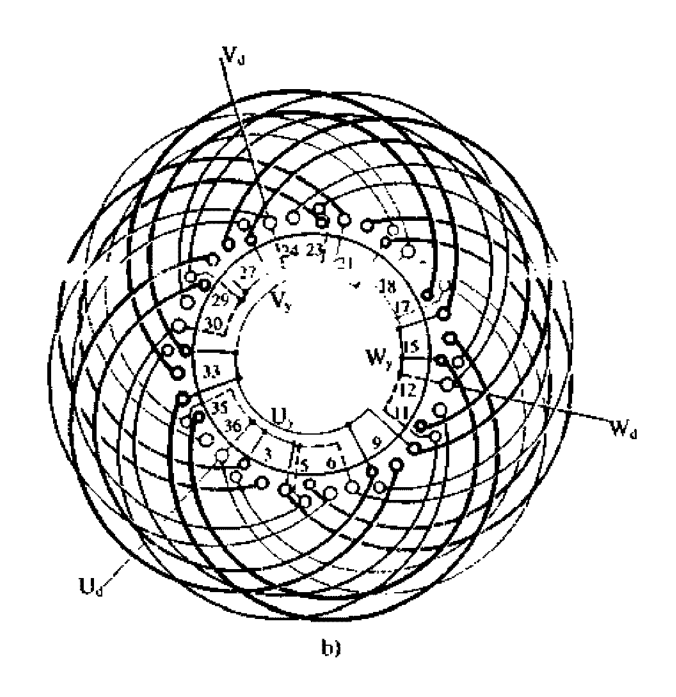
角形　同心大线圈匝数　$W_{d1}=N_d$

　　　同心小线圈匝数　$W_{d2}=W_{d1}/2$

1.8.4 36 槽 2 极三相正弦绕组内星角形单双层同心式布线接线图之二



a)



b)

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	线圈组数	$u=12$	绕组极距	$\tau=18$
电机极数	$2p=2$	每组圈数	$S_d=2$	线圈节距	$Y_d=1—18,2—17$
总线圈数	$Q=24$		$S_y=2$		$Y_y=4—21,5—20$
△线圈数	$Q_d=12$	极相槽数	$q=6$	节距系数	$K_p=0.996$
丫线圈数	$Q_y=12$	△极相槽	$q_d=3$	并联路数	$a_d=a_y=2$
		丫极相槽	$q_y=3$	每槽电角	$\alpha=10°$

2. 绕组特点　本例系二路并联的正弦绕组，布线采用单双层同心式，角形和星形两套绕组占槽相等，两套绕组有四种规格线圈，同心线圈可用塔模连绕。绕组线圈数较少，采用分层嵌线时吊边数为 4，嵌线接线都简便。

3. 嵌线方法　采用分层交叠嵌线，先把角形部分线圈嵌入相应槽内，构成一套交叠式单层绕组，垫好绝缘后再嵌丫形部分线圈于面层。嵌线顺序见下表：

表 1.8.4

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入下层槽号	14	13	8	7	2	17	1	18	32	11	31	12	26	5	25	6
嵌绕次序	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入下层槽号	20	35	19	36	29	30	23	24								
嵌入上层槽号									17	16	11	10	5	20	4	21

（续）

嵌绕次序	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入上层槽号	35	14	34	15	29	8	28	9	23	2	22	3	32	33	26	27

4. 接线要点　接线前理顺线圈的线头，将星形部分的线圈引线扳向定子中心，角形部分线圈引线理直后按普通三相电机绕组显极布线的极性规律接成二路角形；再把星形部分接成二路星形，最后把两套绕组如图(b)所示接成$\underline{\triangle}$形。此外，也可参照图(a)所示，将相应槽线圈的层次引线接成三组，然后再把星点连结。

5. 改绕计算　本例为二路并联的$\underline{\triangle}$形正弦绕组，如采用此图改绕则被选原电动机绕组必须是二路并联，否则应将原绕组参数换算为二路并联作为原绕组参数，再以此由表 1.8 算出正弦绕组基本参数，再算出线圈匝数：

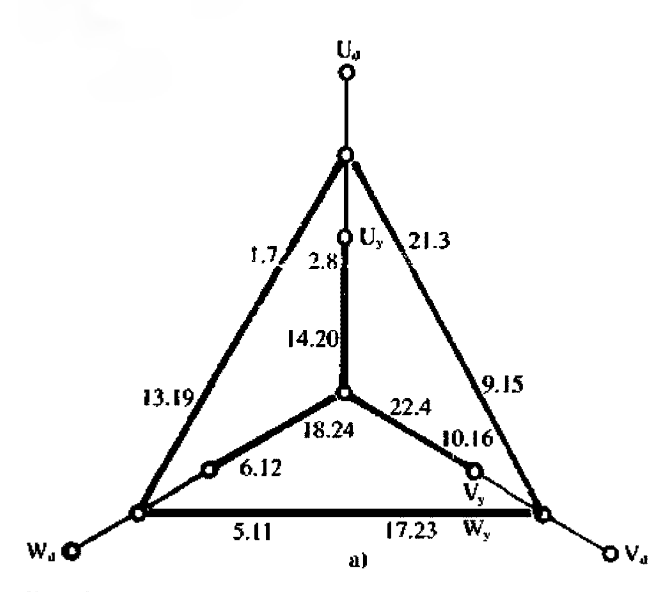
星形　同心大线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

　　　同心小线圈匝数　$W_{y5}=W_{y1}/2$

角形　同心大线圈匝数　$W_{d1}=N_d$

　　　同心小线圈匝数　$W_{d2}=W_{d1}/2$

1.8.5 24槽4极三相正弦绕组内星角形单层(庶极)链式布线接线图



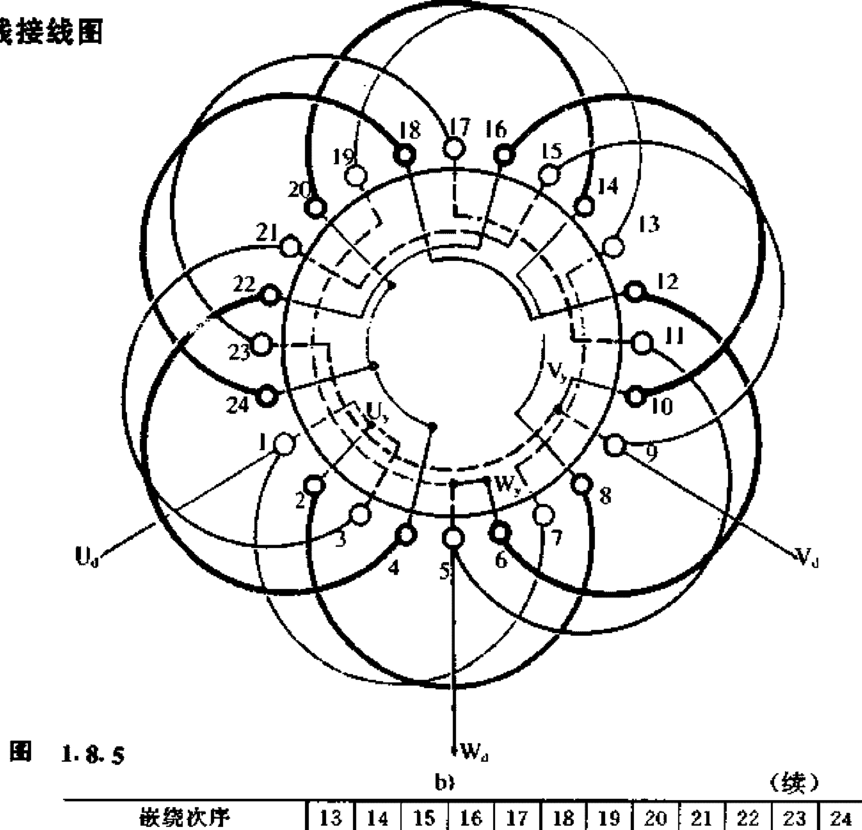


图 1.8.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　线圈组数 $u=12$　绕组极距 $\tau=6$
电机极数 $2p=4$　每组圈数 $S_d=1$　线圈节距 $Y_d=1—7$
总线圈数 $Q=12$　$S_y=1$　$Y_y=2—8$
△线圈数 $Q_d=6$　极相槽数 $q=2$　节距系数 $K_p=1$
Y线圈数 $Q_y=6$　△极相槽 $q_d=1$　并联路数 $a_d=a_y=1$
Y极相槽 $q_y=1$　每槽电角 $\alpha=30°$

2. 绕组特点　本例采用庶极布线，实质由两套单层庶极链式绕组构成，是24槽四极正弦绕组中线圈最少的电机。每组只有一只线圈，每相四极仅用两只线圈，因节距相同，两种数据的线圈可用同规格线模绕制。分层嵌线只吊1边，嵌线容易，较省工时。

3. 嵌线方法　两套绕组分层嵌入，先将角形部分的线圈嵌入相应槽内，构成单链绕组，垫好层间及端部绝缘，再嵌星形部分线圈。嵌线顺序见下表：

表 1.8.5

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
下层槽号	1	21	3	17	23	13	19	9	15	5	11	7

(续)

嵌绕次序	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
上层槽号	2	22	4	18	24	14	20	10	16	6	12	8

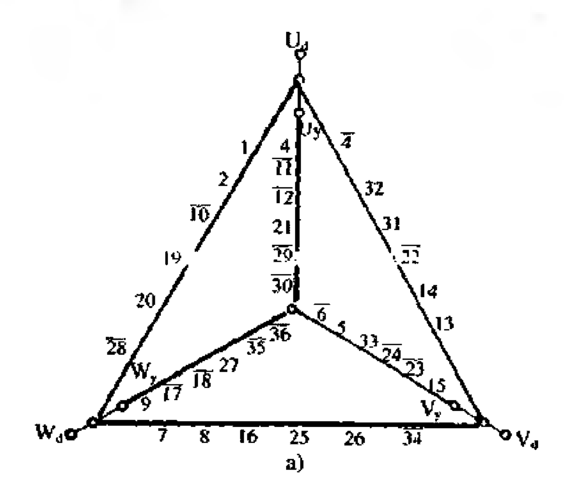
4. 接线要点　因绕组为庶极布线，必须使同相相邻线圈(组)间顺接串联，即“尾与头”相接。接线前将星形和角形两部分线头分开，先接角形部分，抽出三相引线 U_d、V_d、W_d。然后再接星形部分，并将相尾连结为星点；相头 U_y、V_y、W_y 与角形顶点 U_d、V_d、W_d 分别对应接在一起，如图(b)所示。

5. 改绕计算　本例为一路串联接法，被改电动机也应为一路串联，否则要将多路绕组数据换算到一路的参数作为原始数据，再计算改绕数据。改绕正弦绕组基本参数 N_d、N_y 及 S_d、S_y 由表1.8公式计算，线圈匝数由下式确定：

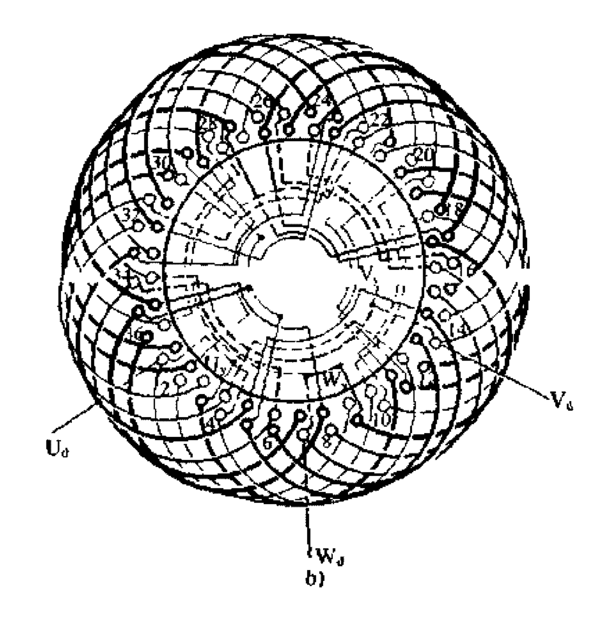
星形线圈匝数　$W_y=N_y$

角形线圈匝数　$W_d=N_d$

1.8.6 36 槽 4 极三相正弦绕组内星角形双层叠式布线接线图之一



a)



b)

图 1.8.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　　线圈组数 $u=24$　　绕组极距 $\tau=9$
电机极数 $2p=4$　　每组圈数 $S_d=1^1/_2$　　线圈节距 $Y_d=8$
　　　　　　　　　　　　$S_y=1^1/_2$　　　　　　$Y_y=8$
总线圈数 $Q=36$　　极相槽数 $q=3$　　节距系数 $K_p=0.985$
△线圈数 $Q_d=18$　　△极相槽 $q_d=1^1/_2$　　并联路数 $a_d=a_y=1$
Y线圈数 $Q_y=18$　　Y极相槽 $q_y=1^1/_2$　　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 绕组特点　　本例采用双层叠式显极布线，两套绕组占槽相等，即占槽比 $i=1$，但由于每极相占槽数为奇数($q=3$)，则每组线圈为分数($S_d=S_y=1^1/_2$)，故线圈安排轮换排列，如在第 1 极距内角形部分比星形多占 1 槽，第 2 极则少占 1 槽，从而形成角形线圈按 2　1　2　1，而星形按 1　2　1　2 的规律分布。但线圈节距相同，可用同规格线模绕制。嵌线吊边数为 8，从第 9 只线圈开始整嵌；线圈数量多，嵌绕较耗工时。

3. 嵌线方法　　嵌线采用交叠法，两套线圈交替嵌入，嵌线工艺与普通双层叠式绕组相同，但由于两套绕组线圈参数不同，嵌线时不但要注意角形与星形线圈交替，同时还要注意单圈和双圈组轮换嵌入。嵌线顺序见下表：

表 1.8.6

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	2	1	36	35	34	33	32	31	30		29		28		27		26	
	上层										2		1		36		35		34

(续)

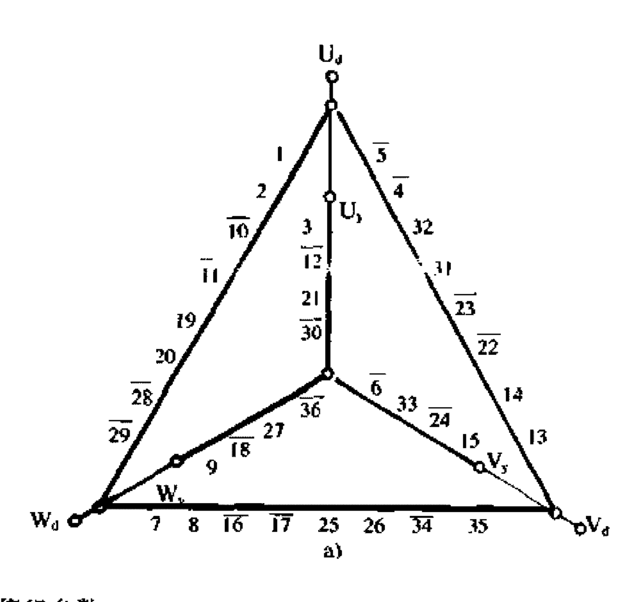
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	25		24		23		22		21		20		19		18		17	
	上层		33		32		31		30		29		28		27		26		25
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层		24		23		22		21		20		19		18		17		16
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	7		6		5		4		3									
	上层		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3

4. 接线要点　　接线前将两套绕组线头理顺分开，先把角形部分按常规接成角形，并引出三相头端 U_d、V_d、W_d；再将另一套绕组接成星形，其相头 U_y、V_y、W_y 对应相别接到角形的三个顶点 U_d、V_d、W_d。两套绕组各自将同相4 组线圈的极性仍按显极式分布，即使同相相邻两组线圈反极性。

5. 改绕计算　　两套绕组基本参数根据原一路串联绕组由表 1.8 算出，再由下式确定线圈匝数。

星形线圈匝数　$W_y=N_y/2$
角形线圈匝数　$W_d=N_d/2$

1.8.7 36槽4极三相正弦绕组内星角形双层叠式布线接线图之二



a)

b)

图 1.8.7

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	线圈组数	$u=24$	绕组极距	$\tau=9$
电机极数	$2p=4$	每组圈数	$S_d=2$	线圈节距	$Y_d=1—9$
			$S_y=1$		$Y_y=1—9$
总线圈数	$Q=36$	极相槽数	$q=3$	节距系数	$K_p=0.985$
△线圈数	$Q_d=24$	△极相槽	$q_d=2$	并联路数	$a_d=a_y=1$
Y线圈数	$Q_y=12$	Y极相槽	$q_y=1$	每槽电角	$\alpha=20°$

2. 绕组特点　　本绕组每极相槽数也是奇数($q=3$)，与上例不同的是两套绕组采用不同的占槽，即$i\neq1$；角形部分占总槽数的2/3，星形部分仅占1/3；角形绕组每组线圈数为2，星形时每组只有1只线圈，故无需交替轮换安排，但两套绕组相位差仍保持30°相角。此外，由于两套绕组占槽比过大，会造成槽满率相差过大而使改绕后功率减少较多，电机铁心不能充分利用而造成浪费。本例仅作为$q=$奇数，正弦绕组不轮换排列的示例。

3. 嵌线方法　　两套绕组的线圈参数不同，单圈组是星形部分，双圈组是角形部分，嵌线时要单、双组交替嵌人相应槽内。嵌线顺序见下表：

表 1.8.7

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	1	35	31	4	29	2	25	34	23	32	19	28	17	26	13	22

（续）

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层	11	20	7	16	5	14	10	8								
	上层									3	1	33	6	31	4	27	36
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上层	25	34	21	30	19	28	15	24	13	22	9	18	7	16	12	10

4. 接线要点　　本例为显极布线，同相相邻线圈组间连接是反接串联，即“尾与尾”或“头与头”相接，而两套绕组的相头均应在同一极距内引出，但两套绕组的接线则各自进行。接线时先接好角形部分后，再接星形部分，最后将星形的相头U_y、V_y、W_y与角形的顶点U_d、V_d、W_d同相并在一起，如图(b)所示。

5. 改绕计算　　因本例正弦绕组每极相所占槽数不相等，基本参数（以一路串联原始数据）由表1.8公式确定、线圈数据由下式计算：

星形　线圈匝数　$W_y=0.75N_y$

　　　导线截面　$S_y=0.666S'_y$

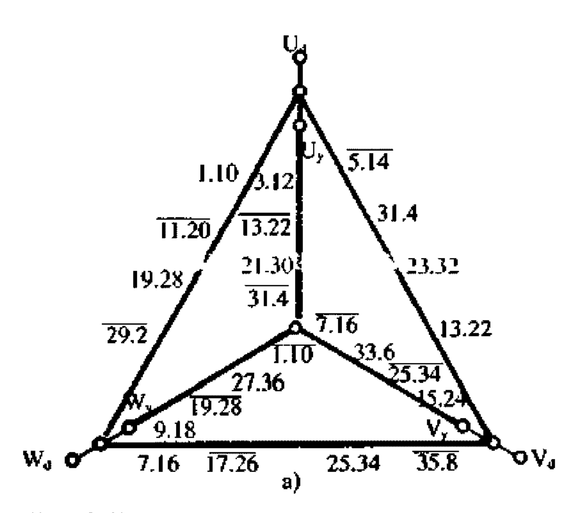
角形　线圈匝数　$W_d=0.375N_d$

　　　导线截面　$S_d=1.33S'_d$

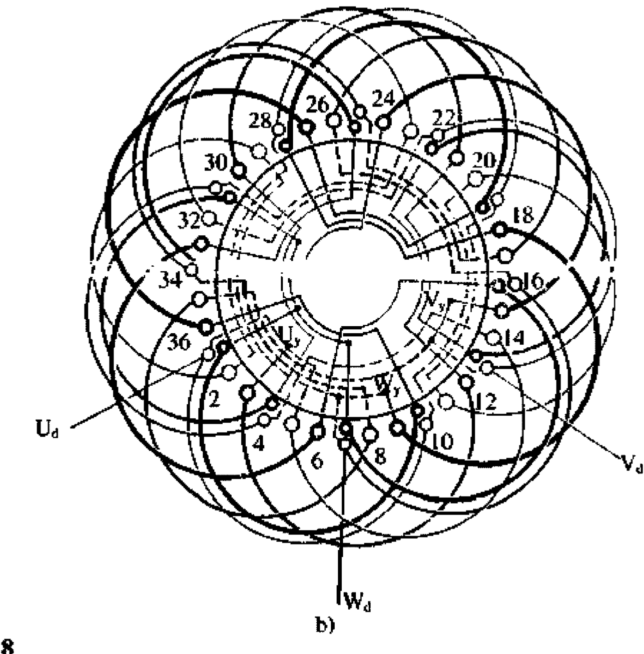
式中　N_y、N_d——星形和角形绕组每槽导线数基本值，由表1.8计算；

　　　S'_y、S'_d——星形和角形绕组导线截面积基本值，由表1.8计算。

1.8.8 36槽4极三相正弦绕组内星角形单双层布线接线图



a)



b)

图 1.8.8

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	线圈组数	$u=24$	绕组极距	$\tau=9$
电机极数	$2p=4$	每组圈数	$S_d=1$	线圈节距	$Y_d=9$
总线圈数	$Q=24$		$S_y=1$		$Y_y=9$
△线圈数	$Q_d=12$	极相槽数	$q=3$	节距系数	$K_p=1$
Y线圈数	$Q_y=12$	△极相槽	$q_d=1^1/_2$	并联路数	$a_d=a_y=1$
		Y极相槽	$q_y=1^1/_2$	每槽电角	$\alpha=20°$

2. 绕组特点　　本例是由双层叠式绕组演变而成的新的单双层正弦绕组型式，它虽用全距线圈，但槽电势分布与短距绕组相同，仍能有效地削减高次谐波分量。绕组每组均为1只线圈，线圈总数较双层绕组减少1/3，而且线圈跨9槽，但吊边数仅为2，利于小容量定子嵌线。但绕组端部出现局部三重叠现象，给端部整理和绝缘带来困难。

3. 嵌线方法　　两套绕组分层交叠嵌线，先嵌角形部分，后嵌星形部分。由于两套绕组分别由同尺寸而不同数据的四种线圈构成，嵌线时要特别注意，勿使混淆。嵌线顺序见下表：

表 1.8.8

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	2	1	36	35	34	33	32	31		30		29		28		27	
	上层										3		2		1		36		35
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	26		25		24		23		22		21		20		19		18	
	上层		34		33		32		31		30		29		28		27		26

（续）

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	17		16		15		14		13		12		11		10		9	
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

4. 接线要点　　本例为显极式绕组，同相相邻线圈按“头与头”或“尾与尾”相接。接线前将两套绕组线圈引线分开整理顺直，星形部分线圈引线向内束起，再把角形部分按常规接成三角形，由顶点出三相引线U_d、V_d、W_d，然后接星形部分，最后把星形绕组的相头U_y、V_y、W_y分别对应接于角形顶点，如图(b)所示。

5. 改绕计算　　以一路串联原始数据换算。两套绕组基本参数由表1.8公式计算，线圈匝数由下式确定：

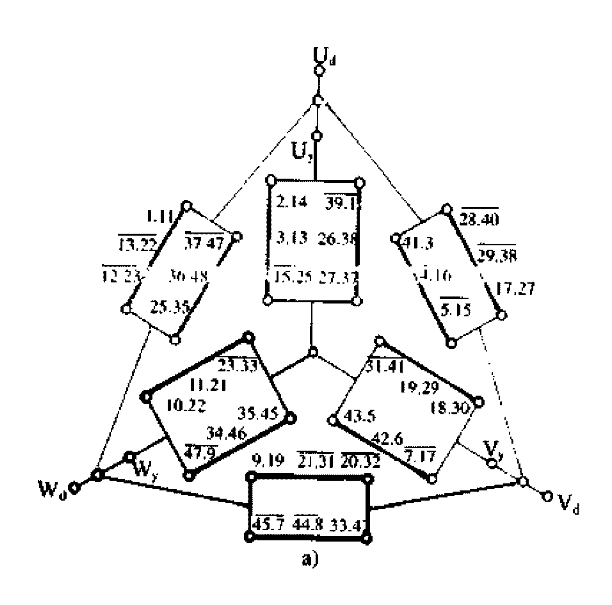
星形　单层线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

　　　双层线圈匝数　$W_{y2}=N_y/2$

角形　单层线圈匝数　$W_{d1}=N_d$

　　　双层线圈匝数　$W_{d2}=N_d/2$

1.8.9　48槽4极三相正弦绕组内星角形单双层同心交叉式布线接线图



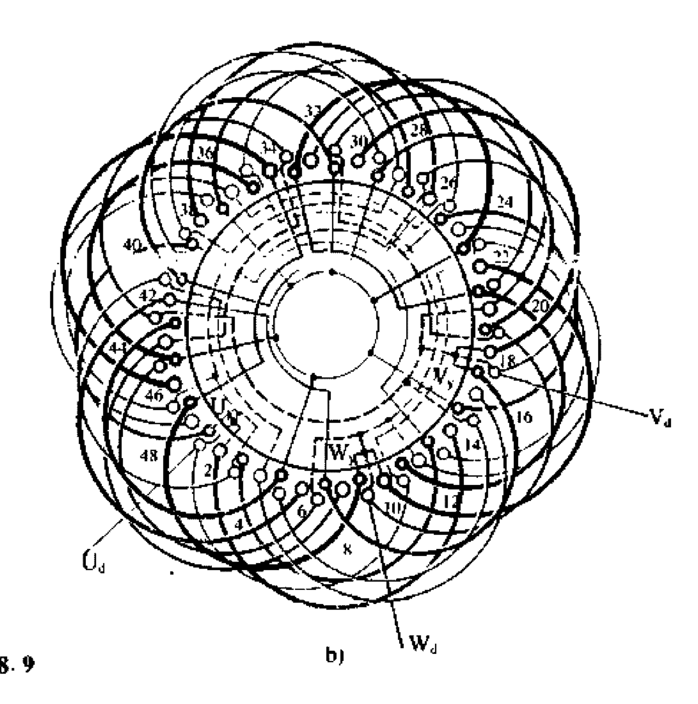


图　1.8.9

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　　线圈组数　$u=24$　　绕组极距　$\tau=12$

电机极数　$2p=4$　　每组圈数　$S_d=1^1/_2$　　线圈节距　$Y_d=10$、12

总线圈数　$Q=36$　　$S_y=1^1/_2$　　$Y_y=10$、12

△线圈数　$Q_d=18$　　极相槽数　$q=4$　　节距系数　$K_p=0.991$

丫线圈数　$Q_y=18$　　△极相槽　$q_d=2$　　并联路数　$a_d=a_y=2$

丫极相槽　$q_y=2$　　每槽电角　$\alpha=15°$

2. 绕组特点　本例采用单双层布线，二路并联，总线圈数较双层绕组减少1/4，两套绕组占槽相等，线圈数也相等，它们分别由两套相同的单层同心交叉式绕组构成。嵌绕比较简便，吊边数仅为3。

3. 嵌线方法　嵌线前将4种规格线圈分开，先嵌角形部分线圈，完成后垫好层间及端部绝缘，再嵌星形部分线圈。嵌线时还要注意单、双圈线圈组交替嵌人。嵌线顺序见下表：

表　1.8.9

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	1	45	44	41	3	37	47	36	48	33	43	29	39	28	40	25	35	21
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	31	20	32	17	27	13	23	12	24	9	19	5	15	4	16	11	7	8

（续）

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	上层	3	2	47	43	5	42	6	39	1	35	45	34	46	31	41	27	37	26
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	上层	38	23	33	19	29	18	30	15	25	11	21	10	22	7	17	13	14	9

4. 接线要点　首先将各线头理直，束起星形线圈引线，根据同相相邻线圈组极性相反的规律，先将角形部分逐相接成二路并联，再接成三角形，并把三相相头U_d、V_d、W_d引出；然后再把另套线圈接成二路星形，最后把U_y、V_y、W_y分别并接于角形的同相顶点，如图(b)所示。

5. 改绕计算　以两路并联原始数据换算。正弦绕组基本参数N_y、N_d及S_y、S_d由表1.8公式计算，各线圈匝数由下式确定：

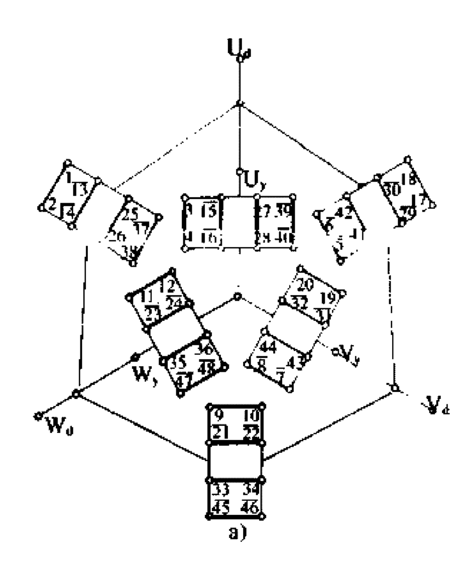
星形　同心大线圈匝数　$W_{y1\text{-}12}=N_y$

单圈及小线圈匝数　$W_{y2\text{-}11}=N_y/2$

角形　同心大线圈匝数　$W_{d1\text{-}12}=N_d$

单圈及小线圈匝数　$W_{d2\text{-}11}=N_d/2$

1.8.10 48 槽 4 极三相正弦绕组内星角形双层叠式布线接线图



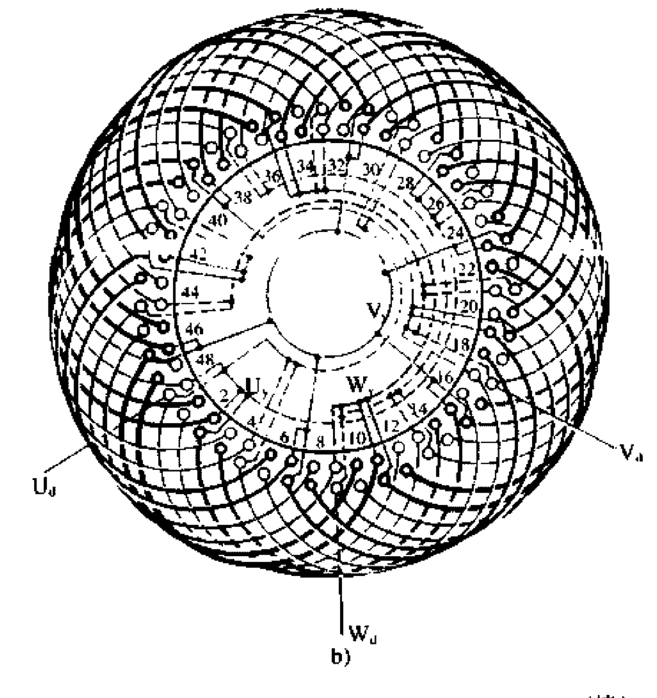


图 1.8.10

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$　线圈组数 $u=24$　绕组极距 $\tau=12$
电机极数 $2p=4$　每组圈数 $S_d=2$　线圈节距 $Y_d=11$
总线圈数 $Q=48$　$S_y=2$　$Y_y=11$
△线圈数 $Q_d=24$　极相槽数 $q=4$　节距系数 $K_p=0.991$
丫线圈数 $Q_y=24$　△极相槽 $q_d=2$　并联路数 $a_d=a_y=4$
丫极相槽 $q_y=2$　每槽电角 $\alpha=15°$

2. 绕组特点　本例系双层叠式四路并联正弦绕组，线圈数目较多，绕组由同尺寸的两种参数的线圈构成，两套绕组占槽相等，是等元件排列，线圈用同规格双模连绕，但注意区分两种不同参数线圈组。

3. 嵌线方法　绕组嵌线与普通电动机双叠绕组相同，绕组全部均为双联线圈组，嵌线时要严格区分规格，以便交替嵌入。嵌线顺序见下表：

表 1.8.10

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	1	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39		38		37		36		35		34		33
	上层													2		1		48		47		46		45	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21
	上层	44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33	

（续）

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9
	上层	32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层		8		7		6		5		4		3												
	上层	20		19		18		17		16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3

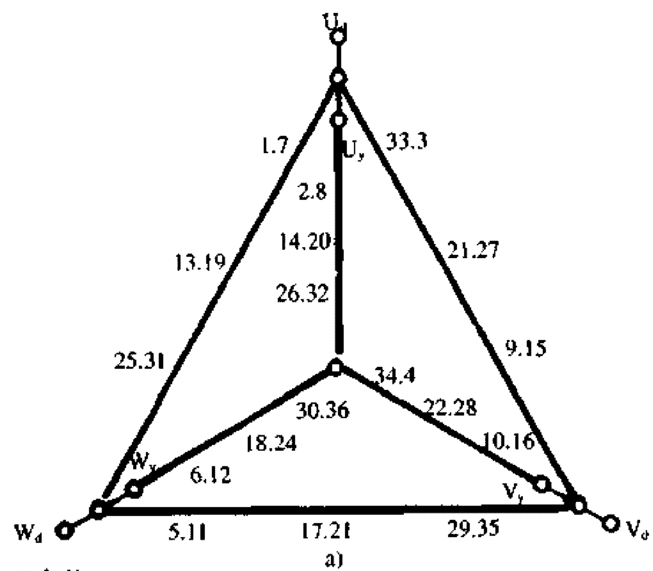
4. 接线要点　接线前将两套绕组的线头分开理顺，并把星形部分的线头向内束起，角形部分逐相连接成四路并联，使同相相邻线圈组极性相反，再将三相接成三角形，从顶点引出 U_d、V_d、W_d。同理把其余线圈组接成四路星形，最后将三相头 U_y、V_y、W_y 对应相别并接于角形顶点，如图(b)所示。

5. 改绕计算　以四路并联原始数据换算。两套绕组的基本参数由表 1.8 算出基本参数，然后由下式确定线圈匝数：

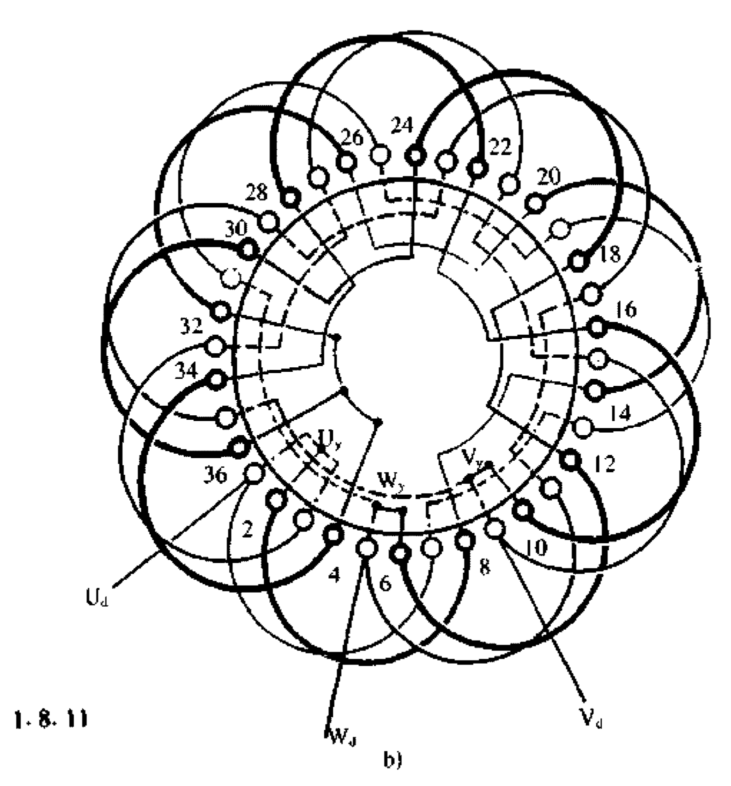
星形　线圈匝数　$W_y=N_y/2$

角形　线圈匝数　$W_d=N_d/2$

1.8.11 36槽6极三相正弦绕组内星角形单层(庶极)链式布线接线图



a)



b)

图 1.8.11

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 线圈组数 $u=18$ 绕组极距 $\tau=6$

电机极数 $2p=6$ 每组圈数 $S_d=1$ 线圈节距 $Y_d=1—7$

总线圈数 $Q=18$ $S_y=1$ $Y_y=2—8$

△线圈数 $Q_d=9$ 极相槽数 $q=2$ 节距系数 $K_p=1$

丫线圈数 $Q_y=9$ △极相槽 $q_d=1$ 并联路数 $a_d=a_y=1$

丫极相槽 $q_y=1$ 每槽电角 $\alpha=30°$

2. 绕组特点 本例采用单层庶极布线，是六极正弦绕组最简单的绕组型式。两套绕组占槽比为1，每组只有一只线圈，由于线圈为庶极排列，线圈个数及线圈组数都较显极式减少一半，而且分层嵌线时仅吊1边；接线也无需反折，故嵌接工序都省工省时。但电机性能稍差于双层绕组，一般应用只限于小容量电动机。

3. 嵌线方法 采用分层嵌线，即先将角形部分的线圈按交叠法嵌入相应槽内，完成后再嵌星形部分线圈于面层，两套绕组端部要垫好绝缘。嵌线时仅将第1只线圈浮边吊起，其余均可整嵌。嵌线顺序见下表：

表 1.8.11

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号 下层	1	33	3	29	35	25	31	21	27	17	23	13	19	9	15	5	11	7
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号 上层	2	34	4	30	36	26	32	22	28	18	24	14	20	10	16	6	12	8

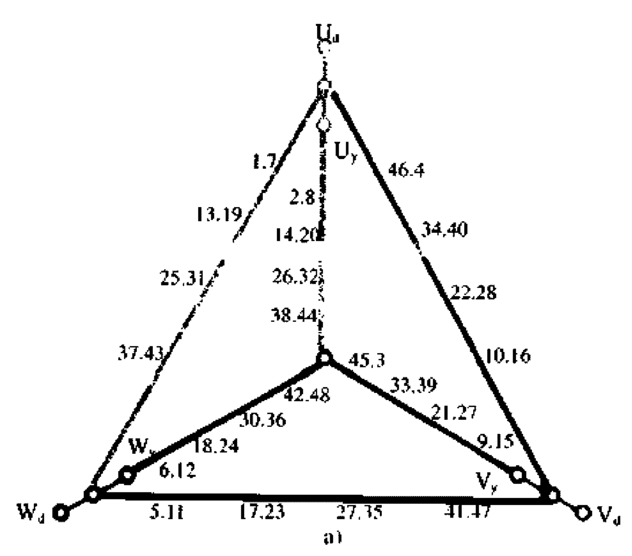
4. 接线要点 本绕组系庶极布线，线圈组极性均相同，因此，同相相邻线圈(组)应首尾串联，使电流同方向。操作时先将线圈引线整理顺直，束起星形部分的引线，将下层线圈接成三角形，并从三角顶点抽出三相绕组引线 U_d、V_d、W_d；然后再接星形部分，最后把相头 U_y、V_y、W_y 对应并接于角形顶点，如图(b)所示。此外，因每相绕组仅有3只线圈，也可采用三联模板绕制三联线圈，但线圈间预留相应长度过线，嵌线后可免除接线工序，既省工时，又可保证质量。

5. 改绕计算 以一路串联原始数据换算。正弦绕组每槽导线数 N_y、N_d 及导线截面积由表1.8公式计算，线圈匝数由下式求取：

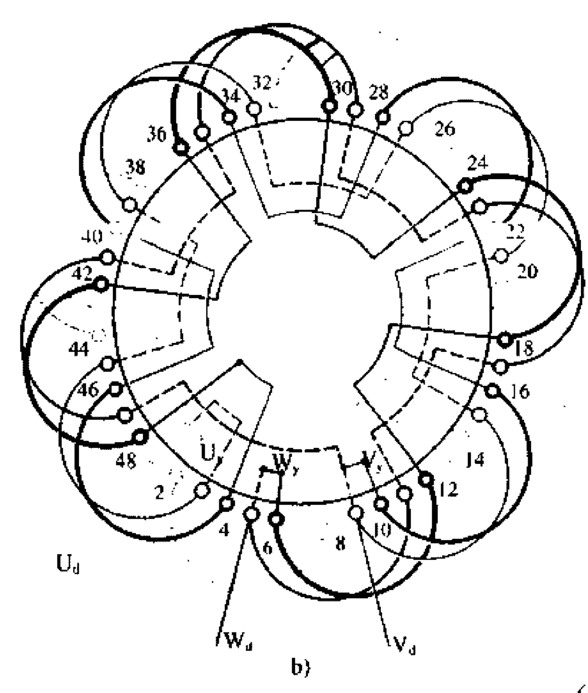
星形线圈匝数 $W_y=N_y$

角形线圈匝数 $W_d=N_d$

1.8.12 48槽8极三相正弦绕组内星角形单层(庶极)链式布线接线图



a)



b)

图 1.8.12

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$　　线圈组数 $u=24$　　绕组极距 $\tau=6$

电机极数 $2p=8$　　每组圈数 $S_d=1$　　线圈节距 $Y_d=1\sim7$

总线圈数 $Q=24$　　$S_y=1$　　$Y_y=2\sim8$

△线圈数 $Q_d=12$　　极相槽数 $q=2$　　节距系数 $K_p=1$

Y线圈数 $Q_y=12$　　△极相槽 $q_d=1$　　并联路数 $a_d=a_y=1$

Y极相槽 $q_y=1$　　每槽电角 $\alpha=30°$

2. 绕组特点　　本例是八极正弦绕组最简单的绕组型式，绕组由两套单层庶极链式绕组组成，每只线圈为一组，每相八极仅用4只线圈，故线圈组数和个数都较少。嵌线仅吊1边，操作省时方便。但多极数电机改绕，其性能效果不及双层叠式正弦绕组。

3. 嵌线方法　　角形、星形两套线圈分层嵌入，先嵌角形部分，后嵌星形部分，同层线圈仍按交叠法嵌线。嵌线顺序见下表：

表 1.8.12

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	45	3	41	47	37	43	33	39	29	35	25	31	21	27	17

(续)

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层	23	13	19	9	15	5	11	7								
	上层									2	46	4	42	48	38	44	34
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	上层	40	30	36	26	32	22	28	18	24	14	20	10	16	6	12	8

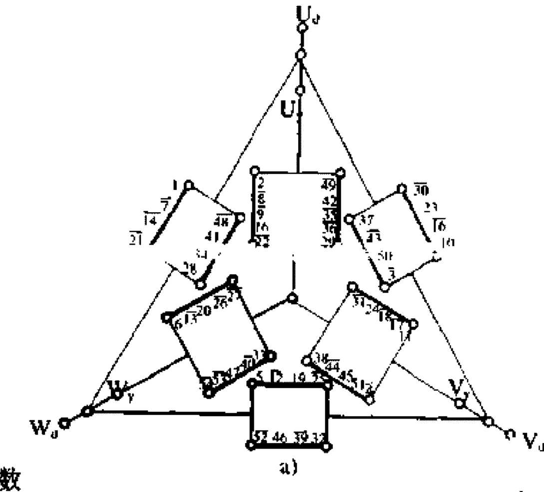
4. 接线要点　　本例是庶极绕组，同相相邻线圈(组)间要首尾相接，使全部线圈呈同一极性。整理并分开两套线圈引线后，先将下层部分接成角形，并出三相引线 U_d、V_d、W_d；上层线圈接成星形，三相首端 U_y、V_y、W_y 分别与 U_d、V_d、W_d 对应相别并联，如图(b)所示。

5. 改绕计算　　正弦绕组改绕以一路串联原始数据换算。基本参数 N_y、S_y 及 N_d、S_d 由表1.8公式计算。线圈匝数等于每槽导线数，即：

星形线圈匝数　$W_y=N_y$

角形线圈匝数　$W_d=N_d$

1.8.13 54槽8极三相正弦绕组内星角形双层叠式布线接线图



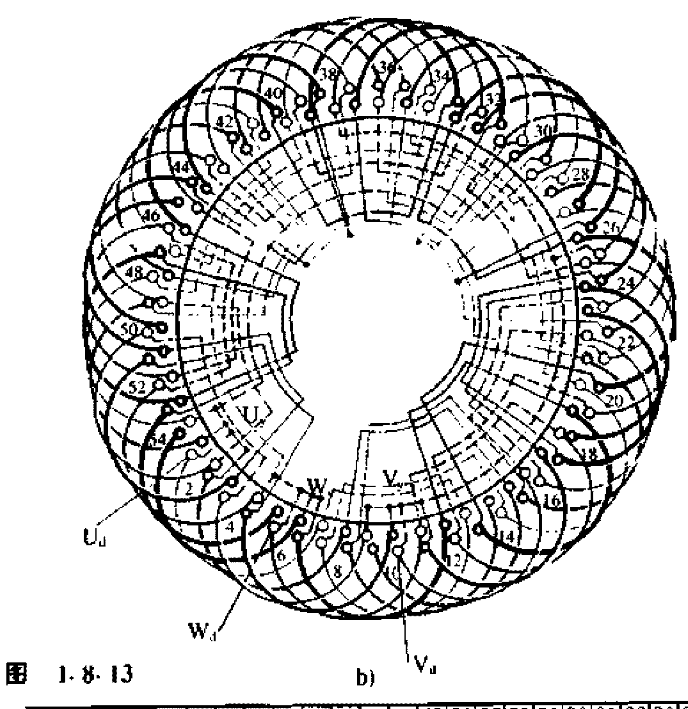


图 1.8.13

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$　　线圈组数 $u=48$　　绕组极距 $\tau=6^3/_4$

电机极数 $2p=8$　　每组圈数 $S_d=1$　　线圈节距 $Y_d=6$

总线圈数 $Q=54$　　$S_y=1^1/_4$　　$Y_y=6$

△线圈数 $Q_d=21$　　极相槽数 $q=2^1/_4$　　节距系数 $K_p=0.985$

Y线圈数 $Q_y=30$　　△极相槽 $q_d=1$　　并联路数 $a_d=a_y=2$

Y极相槽 $q_y=1^1/_4$　　每槽电角 $\alpha=26°40'$

2. 绕组特点　54槽定子属小型电机中功率较大的电机，故常采用多路并联，但绕制八极绕组时极相占槽为分数，只能用二路并联，而线圈节距较短，嵌线吊边数不多，不存在嵌线困难的问题，故正弦绕组也采用双层叠绕。在显极绕组中，八极绕组每相共有8个极相组，角形部分均为单圈组；星形部分的8组中有2个双圈组，属两套绕组占槽比不等的正弦绕组，但双圈组对称分布于定子铁心。线圈用同尺寸线模绕制，但两种线圈参数不同。

3. 嵌线方法　两种线圈尺寸相同而数据不一样，容易混淆，嵌线时要注意区分，并严格按例图中的线圈分布交替嵌入。嵌线顺序见下表：

表 1.8.13

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	2	1	54	53	52	51	50		49		48		47		46		45		44		43	
	上层								2		1		54		53		52		51		50		49
嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层	42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32	
	上层		48		47		46		45		44		43		42		41		40		39		38
嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
嵌入槽号	下层	31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21	
	上层		37		36		35		34		33		32		31		30		29		28		27

（续）

嵌绕次序		67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
嵌入槽号	下层	20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10	
	上层		26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16
嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108		
嵌入槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3									
	上层		15		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3		

4. 接线要点　两套线圈引线理顺后将星形部分的引线扳向定子中心束起，先把角形部分（下层）线圈逐相按显极常规接成二路并联，完成后连接成三相角形，并引 U_d、V_d、W_d 三相出线；然后再把其余线圈接成二路星形，相头 U_y、V_y、W_y 则分别对应并接于角形顶点。

5. 改绕计算　改绕以二路并联原始数据换算。正弦绕组的基本参数 N_y、N_d 及 S'_y、S'_d 由表1.8公式计算。线圈参数因 $q_y \neq q_d$，应由下式确定

星形　线圈匝数　$W_y=0.45N_y$

　　　导线截面积　$S_y=1.11S'_y$

角形　线圈匝数　$W_d=0.563N_d$

　　　导线截面积　$S_d=0.888S'_d$

1.9 三相内角星形(人)正弦绕组

内角星形是另一接线型式的正弦绕组，绕组的构成原理、优点以及绕组的参数等均同上节所述；但内角星形接法仅构成一个闭合回路，如果三相绕组不平衡，所产生的环流对电机运行造成的影响则远小于内星角形接法，所以常为改绕方案所采用。

一、正弦绕组的布线 正弦绕组有多种布线型式

(1) 双层布线 布线型式同普通双层叠绕组，其上、下层是以线圈有效边在槽中所处层次表示。所以，角形和星形的线圈都是交叠分布在相应槽中的不同层次上。嵌线采用交叠法，但由于正弦绕组有角形和星形两种参数的线圈，嵌线时要按图要求交替轮换嵌入。具体嵌线顺序见各例。

(2) 单层布线 正弦绕组单层布线均采用分层交叠嵌线，即先将角形线圈交叠嵌入相应槽内构成底层绕组；再把星形线圈交叠嵌入相应槽中成为面层，从而形成不规则的端部双平面绕组。所以，单层布线的层次是指线圈端部的层次，而非双层绕组的槽内层次。具体嵌线顺序见各例。

(3) 单双层混合布线 单双层绕组是指一台电机中既有单层槽又有双层槽的混合式布线。由于正弦绕组由两套绕组构成，并采用分层布线，先嵌入角形部分的线圈，完成后再嵌星形的线圈。因此，单双层布线的正弦绕组，其双层线圈是以槽中所处位置表示上、下层次，对其中单层线圈则以端部所处平面为上、下层次，即先嵌的角形线圈为下层，后嵌的星形线圈为上层。具体嵌线顺序见各例。

二、内角星形正弦绕组的接线

正弦绕组的接线虽然复杂，但它由角形和星形两套相对独立的绕组按一定形式连接而成，而且引出线仅需 3 根。因此，在接线过程中，进线和出线方位都必须按图进行，其相属和首、尾端都要严格区分，即使是星形接线也不允许调反连接。此外，为便于接线和检查，正弦绕组线圈的导线最好选用两种不同颜色的漆包线绕制；接线也用两种不同颜色的绝缘套管以资区别角形和星形部分。

正弦绕组内角星形接线的操作程序如下：

(1) 先将角形部分的线圈(组)按常规逐相接好后连结成角形，并标出 U_d、V_d、W_d 三相头端；

(2) 再把属星形部分的线圈(组)逐相连接后不接星点，但标示相头 U_y、V_y、W_y，并作为引出线引出；

(3) 最后将星形的三相尾端分相对应与角形部分的 U_d、V_d、W_d 分别并接，如例中图(b)。

三、改绕参数换算

正弦绕组内角星形接线的改绕换算公式可参考表 1.9。

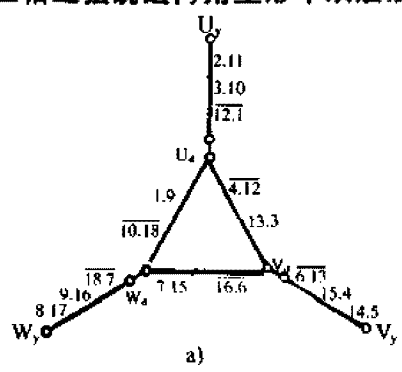
表 1.9 三相电动机改绕内角星形(人)正弦绕组的基本参数计算

原绕组接法	改绕参数	正弦Y形部分	正弦△形部分
三相△形	每槽导线数	$N_y=0.56N_o\dfrac{K_{po}}{K_p}$	$N_d=0.97N_o\dfrac{K_{po}}{K_p}$
	导线截面积	$S_y=1.78S_o\dfrac{K_p}{K_{po}}$	$S_d=1.03S_o\dfrac{K_p}{K_{po}}$
三相Y形	每槽导线数	$N_y=0.97N_o\dfrac{K_{po}}{K_p}$	$N_d=1.68N_o\dfrac{K_{po}}{K_p}$
	导线截面积	$S_y=1.03S_o\dfrac{K_p}{K_{po}}$	$S_d=0.594S_o\dfrac{K_p}{K_{po}}$

注：N_o、S_o—改绕电动机原三相绕组每槽有效导线数和导线截面积；
K_{po}、K_p—原三相绕组及改绕后正弦绕组的节距系数。

由于正弦绕组换算是以原三相电动机数据为基准进行的，所以改绕前后的并联路数要求相同，如改绕后并联路数与原绕组不同时，可先将原绕组换算到改绕后的并联路数再进行正弦绕组参数换算。此外，如当改绕方案不能成立时，也可改变并联路数换算参数后再改绕。例如 48 槽 4 极电机原为双层叠式四路并联，若选用单双层布线的正弦绕组方案便无法构成四路并联，这时应先将原绕组变换成二路并联参数后，再换算成二路并联的正弦绕组。

1.9.1 18槽2极三相正弦绕组内角星形单双层混合式布线接线图



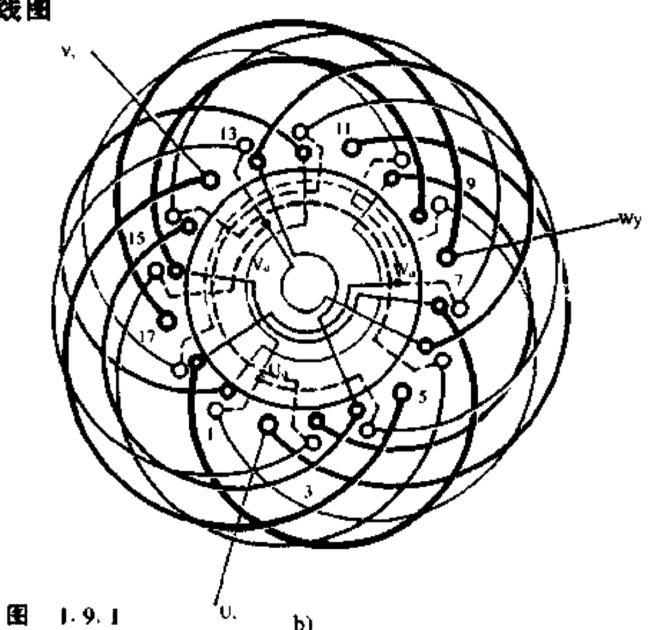


图 1.9.1

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=18$	线圈组数	$u=12$	绕组极距	$\tau=9$
电机极数	$2p=2$	每组圈数	$S_y=1^1/_2$	线圈节距	$Y_d=1—9$
总线圈数	$Q=15$		$S_d=1$		$Y_y=2—11$，$3—10$
丫线圈数	$Q_y=9$	极相槽数	$q=3$	节距系数	$K_p=0.985$
△线圈数	$Q_d=6$	丫极相槽	$q_y=2$	并联路数	$a_y=a_d=1$
		△极相槽	$q_d=1$	每槽电角	$\alpha=20°$

2. 绕组特点　本例采用单双层显极布线，每极相槽数 q 为奇数，为充分发挥正弦绕组的优越性能，线圈匝数分布也采用正弦规律安排。两套绕组占槽不相等，角形部分每极相由1只双层小线圈构成；星形部分则由同心单双层线圈组成。因此实质上角形绕组是一单层链式绕组，星形则是一套同心交叉式绕组混合构成。本例较之双层绕组而具有线圈少的特点；分层嵌线吊边数为3，常为小容量电动机采用。

3. 嵌线方法　绕组有四种规格线圈，而且同心线圈匝数也不相同，绕制时要注意。嵌线则先嵌角形部分线圈，完成后再嵌星形部分线圈于面层。嵌线顺序见下表：

表 1.9.1

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
嵌入槽号	下层	1	16	13	3	10	18	7	15	4	12	9	6			
	上层													3	2	18

（续）

嵌绕次序		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
嵌入槽号	上层	15	4	16	5	12	1	9	16	8	17	6	13	10	11	7

4. 接线要点　本例是显极式布线，每套绕组同相相邻线圈组的极性必须相反，即"头与头"或"尾与尾"相接，使两组电流方向相反，但两套绕组的相头必须在同一极距内引进，如图中 U_y 在槽2则 U_d 在同极的槽1，并使两槽的极性相同（以下同）。接线时先接角形，并标出三相首端 U_d、V_d、W_d，然后再接星形部分线圈，引出电机绕组三相引线 U_y、V_y、W_y（首端）；但星形的尾端不结星点，而对应相别接到 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。

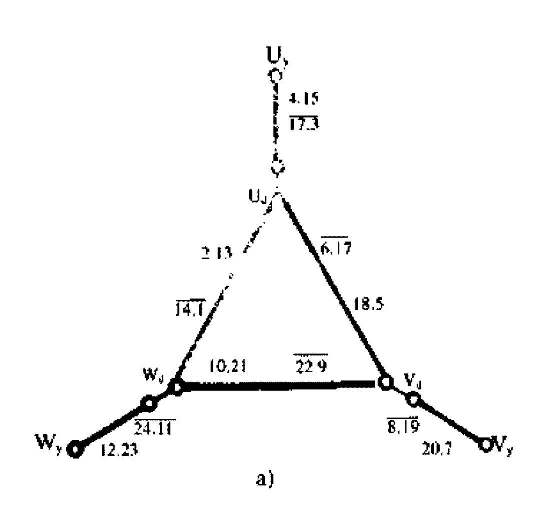
5. 改绕计算　由表1.9公式算出星形部分每槽导线数 N_y 及两套绕组的导线截面积 S_y、S_d，各线圈匝数则由下式确定：

星形　单层线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

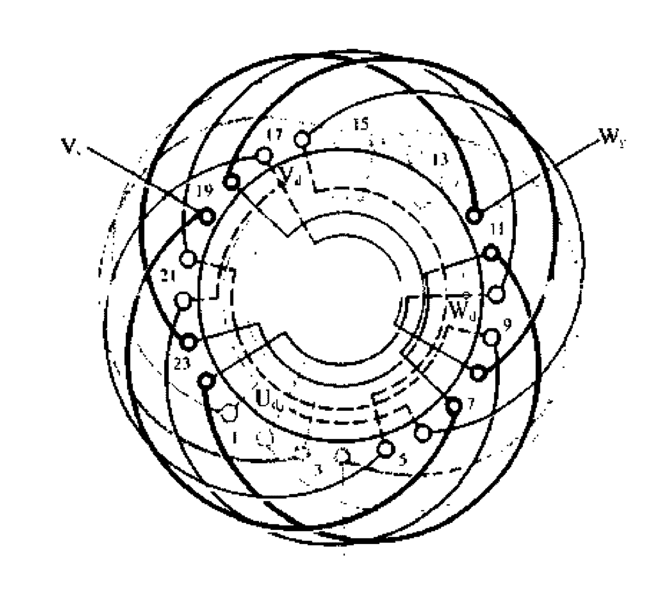
　　　双层线圈匝数　$W_{y2}=0.347W_{y1}$

角形　双层线圈匝数　$W_{d2}=1.185W_{y1}$

1.9.2 24槽2极三相正弦绕组内角星形单层链式布线接线图



a)



b)

图 1.9.2

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=24$	线圈组数	$u=12$	绕组极距	$\tau=12$
电机极数	$2p=2$	每组圈数	$S_y=1$	线圈节距	$Y_d=11$
总线圈数	$Q=12$		$S_d=1$		$Y_y=11$
Y线圈数	$Q_y=6$	极相槽数	$q=4$	节距系数	$K_p=1$
△线圈数	$Q_d=6$	Y极相槽	$q_y=2$	并联路数	$a_y=a_d=1$
		△极相槽	$q_d=2$	每槽电角	$\alpha=15°$

2. 绕组特点　本例采用单层显极布线，绕组由两套单层链式绕组构成，线圈总数仅为双层绕组的一半；每极相组均为1只线圈。分层嵌线时吊边数少，较普通二极电机线圈绕制及嵌线都方便。常用于小容量电动机，但改绕正弦绕组的性能效果不够理想。

3. 嵌线方法　采用分层嵌线，先嵌角形部分的线圈于相应槽，完成后垫好端部绝缘再嵌星形线圈于面层。嵌线顺序见下表：

表 1.9.2

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下层	2	22	18	5	14	1	10	21	6	17	13	9

(续)

嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	上层	4	24	20	7	16	3	12	23	8	19	15	11

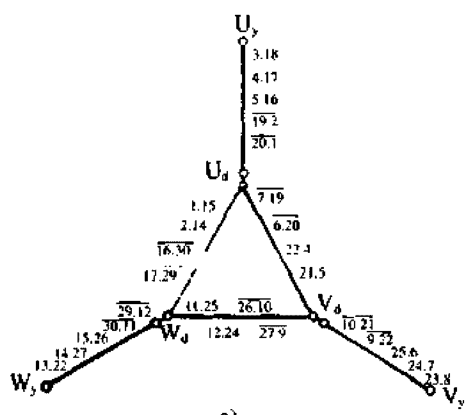
4. 接线要点　本绕组为显极布线，每相由2只线圈反串连接，即从相头引入，线圈尾端与另一同相线圈的尾端相接，再从头端引出，使两线圈(组)的极性相反。接线前先将各线圈引线头理直，把星形部分的线圈引线扳向定子中心束起；角形部分逐相连接后，按常规接成角形，并将顶点作记号 U_d、V_d、W_d，如图(a)；然后再逐相连接星形部分，但三相尾端不结星点，而将其分别对应三相并接于 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。

5. 改绕计算　改绕正弦绕组参数根据表1.9计算，线圈匝数由下式确定：

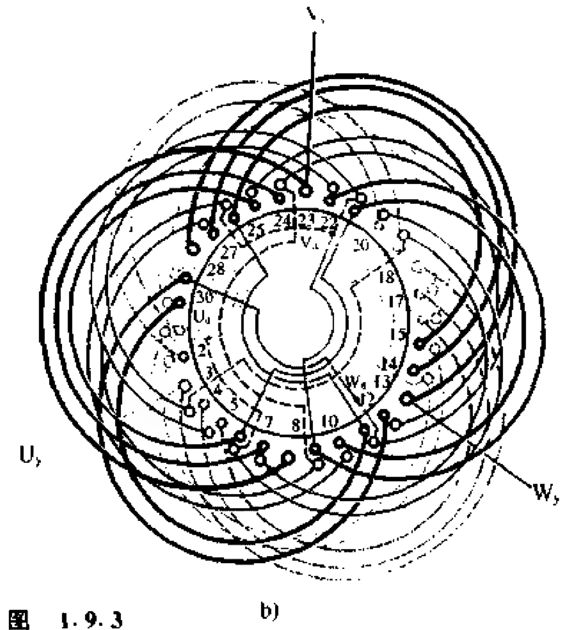
星形线圈匝数　$W_y=N_y$

角形线圈匝数　$W_d=N_d$

1.9.3 30槽2极三相正弦绕组内角星形单双层混合式布线接线图



a)



b)

图 1.9.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=30$　每组圈数 $S_y=2^1/_2$　线圈节距 $Y_d=1—15,2—14$

电机极数 $2p=2$　$S_d=2$　$Y_y=3—18,4—17,$ $5—16$

总线圈数 $Q=27$　极相槽数 $q=5$

丫线圈数 $Q_y=15$　丫极相槽 $q_y=2^1/_2$　节距系数 $K_p=0.995$

△线圈数 $Q_d=12$　△极相槽 $q_d=2$　并联路数 $a_y=a_d=1$

线圈组数 $u=12$　绕组极距 $\tau=15$　每槽电角 $\alpha=12°$

2. 绕组特点　本例为单双层正弦绕组，每极每相槽数为奇数($q=5$)，两套绕组采用不等线圈安排，角形部分每组由两只同心双层线圈构成一套单层同心式绕组；星形部分为分数线圈，由双、三圈构成同心交叉式绕组，其中三圈组中的大线圈是单层线圈，其余均为双层线圈。虽较双层布线时减少线圈数目不多，但嵌线时角形吊4边，星形吊5边，均比原来吊边15减少10边以上，给嵌线带来方便。此外，为进一步改善电动机运动性能，本方案还按正弦规律分配匝数。

3. 嵌线方法　采用分层嵌线，先嵌角形部分，后嵌星形部分。嵌线顺序见下表：

表 1.9.3

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	27	26	22	4	21	5	17	29	16	30	12	24	11	25	7	19

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	6	20	14	15	9	10												
	上层							5	4	3	30	29	25	6	24	7	23	8	20

(续)

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	上层	1	19	2	15	26	14	27	13	28	10	21	9	22	16	17	18	11	12

4. 接线要点　接线前先将线头理直区分，将角形部分的三相绕组逐相连接，使同相相邻两线圈组的极性相反，即"尾与尾"相接，再把三相绕组接成角形，并标记三相首端 U_d、V_d、W_d；同理也将星形部分逐相连接，把相尾同相对应接到角形顶点 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。最后抽出三相引线 U_y、V_y、W_y。

5. 改绕计算　正弦绕组基本参数 N_y、S_y、S_d 可根据改绕前接法由表1.9计算，各线圈匝数由下式确定：

星形　同心大线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

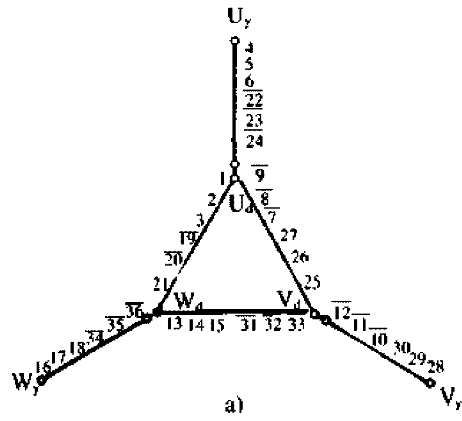
　　　同心中线圈匝数　$W_{y2}=0.618W_{y1}$

　　　同心小线圈匝数　$W_{y3}=0.21W_{y1}$

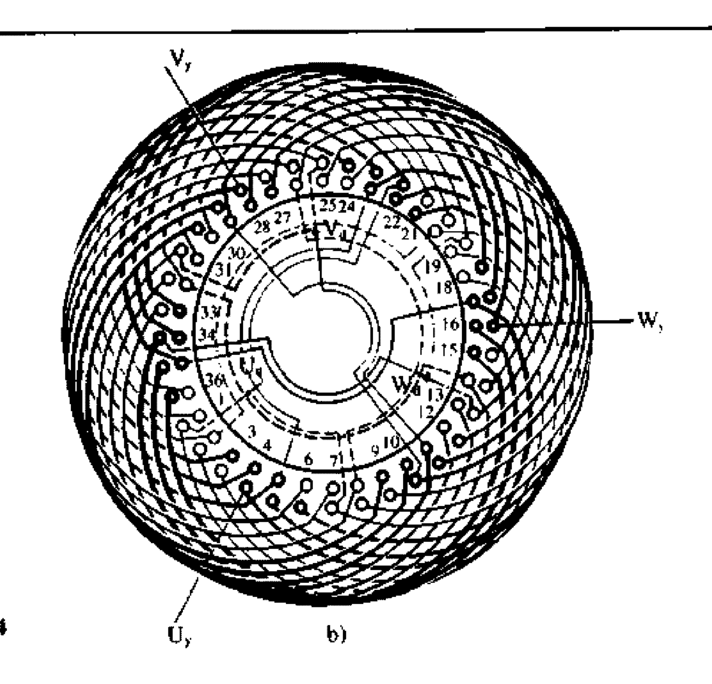
角形　同心大线圈匝数　$W_{d1}=1.41W_{y1}$

　　　同心小线圈匝数　$W_{d2}=0.72W_{y1}$

1.9.4 36槽2极三相正弦绕组内角星形双层叠式布线接线图



a)



b)

图 1.9.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　　线圈组数 $u=12$　　绕组极距 $\tau=18$

电机极数 $2p=2$　　每组圈数 $S_y=3$　　线圈节距 $Y_d=17$

总线圈数 $Q=36$　　$S_d=3$　　$Y_y=17$

Y线圈数 $Q_y=18$　　极相槽数 $q=6$　　节距系数 $K_p=0.996$

△线圈数 $Q_d=18$　　Y极相槽 $q_y=3$　　并联路数 $a_y=a_d=1$

△极相槽 $q_d=3$　　每槽电角 $\alpha=10°$

2. 绕组特点　本例是双层叠式显极布线，两套绕组占槽相等，每组均由3只线圈组成，线圈由同尺寸线模绕制，但两套绕组的线圈参数不同。线圈端部排列整齐、美观；但线圈跨距大，嵌线吊边数多达17，嵌线较困难。

3. 嵌线方法　采用交叠嵌线，嵌线时要区分两种线圈，每组(3只)交替轮换嵌入。嵌线顺序见下表：

表 1.9.4

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	6	5	4	3	2	1	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		24		23		22		21		20		19		18		17		16
	上层	6		5		4		3		2		1		36		35		34	

(续)

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8		7
	上层	33		32		31		30		29		28		27		26		25	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层																		
	上层	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

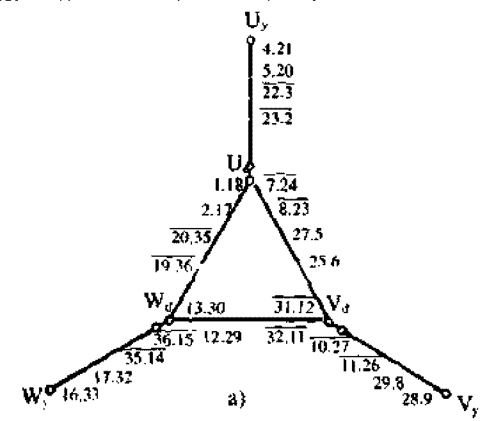
4. 接线要点　绕组系显极布线，同相相邻线圈组极性必须相反。先将角形部分逐相连接好再结成三角形，并标记三相首端 U_d、V_d、W_d；同理逐相连接星形部分，从相头引 U_y、V_y、W_y 三相绕组引出线；最后将星形的三相尾端分别对应接到 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。

5. 改绕计算　正弦绕组基本参数由表1.9计算，两套线圈的匝数由下式确定：

星形线圈匝数　$W_y=N_y/2$

角形线圈匝数　$W_d=N_d/2$

1.9.5 36槽2极三相正弦绕组内角星形单双层同心式布线接线图之一



1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　线圈组数　$u=12$　绕组极距　$\tau=18$

电机极数　$2p=2$　每组圈数　$S_y=2$　线圈节距　$Y_d=1—18、2—17$

　　　　　　　　　　$S_d=2$　　　　　　　$Y_y=4—21、5—20$

总线圈数　$Q=24$　极相槽数　$q=6$　节距系数　$K_p=0.985$

Y线圈数　$Q_y=12$　Y极相槽　$q_y=3$　并联路数　$a_y=a_d=1$

△线圈数　$Q_d=12$　△极相槽　$q_d=3$　每槽电角　$\alpha=10°$

2. 绕组特点　本例由两套同心线圈构成的单双层显极式绕组，每组均由一大一小同心线圈组成；线圈总数比双层叠式少1/3，嵌线吊边数为4，比上例双层绕组少13，大大降低了二极电动机线圈嵌线的难度。线圈采用同心塔模绕制，但要区分两种不同参数的线圈。

3. 嵌线方法　本例采用分层嵌线，嵌线前应将两种线圈组分别放置，先嵌下层角形部分，完成后再嵌星形部分于面层。嵌线顺序见下表：

表 1.9.5

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	32	31	26	5	25	6	20	35	19	36	14	29	13	30	8	23

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	7	24	17	18	11	12												
	上层							5	4	35	34	29	8	28	9	23	2	22	3

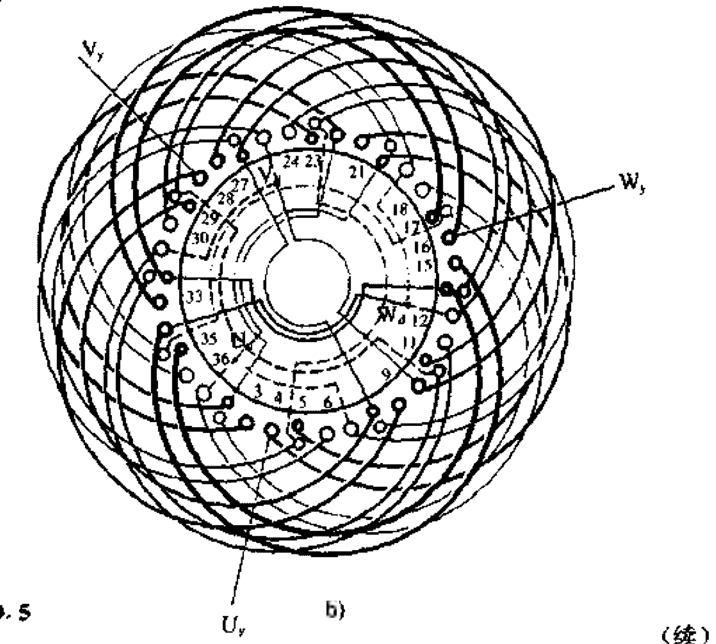


图 1.9.5　（续）

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
槽号	上层	17	32	16	33	11	26	10	27	20	21	14	15					

4. 接线要点　绕组是一路串联显极布线，每相绕组由两个单双层同心线圈组构成，两线圈组是"尾与尾"相接，使其呈相反的极性。一般是先接角形部分，将其三相按常规接成三角形，标记相头 U_d、V_d、W_d；再逐相连接星形部分，将三相尾端对应相别与 U_d、V_d、W_d 连接，如图(b)所示。最后将相头 U_y、V_y、W_y 引接出线。

5. 改绕计算　根据原一路串联绕组及原绕组接法改绕正弦绕组的基本参数由表1.9公式计算。线圈匝数由下式确定：

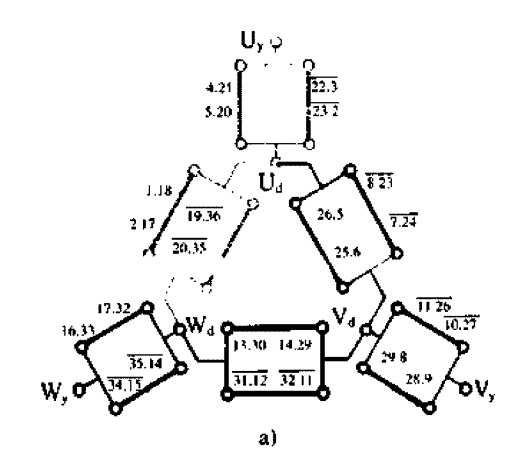
星形　大线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

　　　小线圈匝数　$W_{y2}=W_y/2$

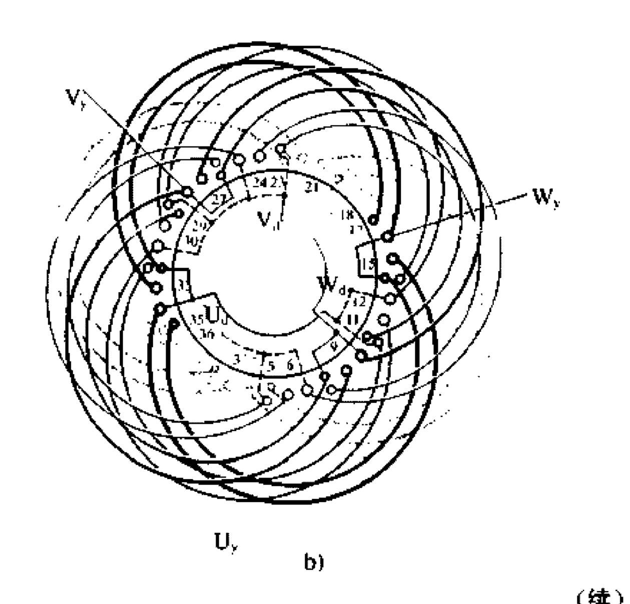
角形　大线圈匝数　$W_{d1}=N_d$

　　　小线圈匝数　$W_{d2}=W_{d1}/2$

1.9.6 36槽2极三相正弦绕组内角星形单双层同心式布线接线图之二



a)



b)

图 1.9.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　线圈组数 $u=12$　绕组极距 $\tau=18$

电机极数 $2p=2$　每组圈数 $S_y=2$　线圈节距 $Y_d=1-18$、$2-17$

总线圈数 $Q=24$　$S_d=2$　$Y_y=4-21$，$5-20$

Y线圈数 $Q_y=12$　极相槽数 $q=6$　节距系数 $K_p=0.985$

△线圈数 $Q_d=12$　Y极相槽 $q_y=3$　并联路数 $a_y=a_d=2$

△极相槽 $q_d=3$　每槽电角 $\alpha=10°$

2. 绕组特点　本绕组基本与上例相同，但采用二路并联接法，布线仍是单双层混合，两套绕组占槽相等，绕组由双圈同心绕组构成，大小两线圈匝数不等但线径相同，其中大线圈是单层线圈，小线圈是双层线圈。线圈跨距虽然较大，但采用分层嵌线的吊边数仅为4，故嵌线的难度远小于双层绕组。

3. 嵌线方法　本例嵌线可参考上例，用后退工艺嵌线，但也可改用前进式嵌线工艺，其嵌线顺序见下表：

表 1.9.6

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	35	36	5	6	11	32	12	31	17	2	18	1	23	8	24	7	29	14
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	30	13	20	19	26	25												
	上层							2	3	8	9	14	35	15	34	20	5	21	4

（续）

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
槽号	上层	26	11	27	10	32	17	33	16	23	22	29	28						

4. 接线要点　接线前先将各线头理顺，星形部分的线头扳向定子中心暂时束起。先接角形部分后接星形部分。各线圈组必须依据常规确定其极性，即并联时每相两组线圈要同在一组头端和另一组尾端接入。星形部分相头 U_y、V_y、W_y 作为电机绕组三相引出线，尾端则分别对应相别并接于角形顶点 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。

5. 改绕计算　正弦绕组的基本参数由表1.9确定，各线圈匝数由下式计算：

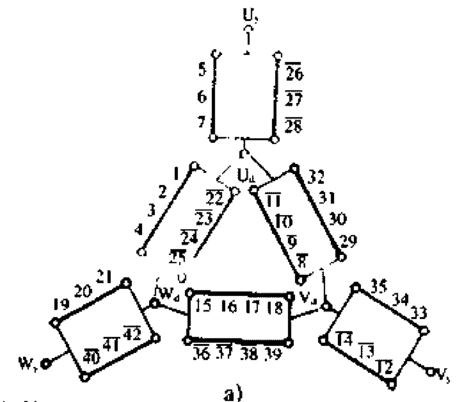
星形　单层线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

　　　双层线圈匝数　$W_{y2}=N_y/2$

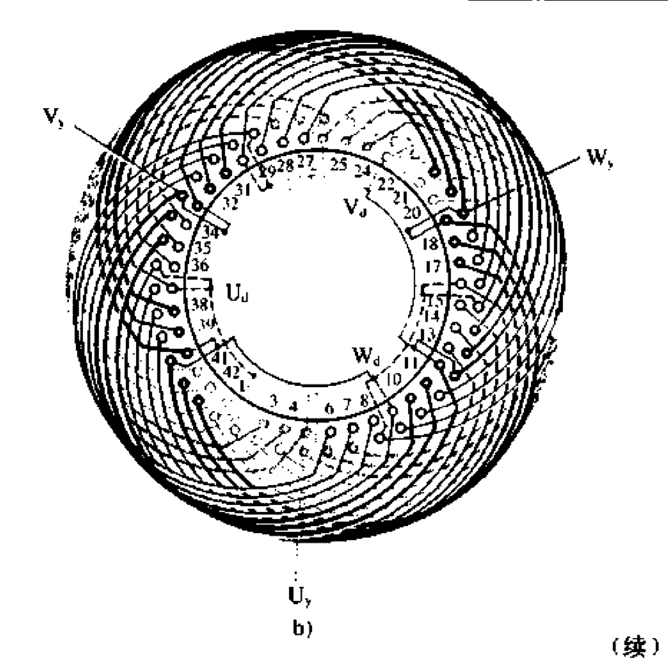
角形　单层线圈匝数　$W_{d1}=N_d$

　　　双层线圈匝数　$W_{d2}=N_d/2$

1.9.7 42槽2极三相正弦绕组内角星形双层叠式布线接线图



a)



b)

图 1.9.7

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=42$	线圈组数	$u=12$	绕组极距	$\tau=21$
电机极数	$2p=2$	每组圈数	$S_y=3$	线圈节距	$Y_d=19$
总线圈数	$Q=42$		$S_d=4$		$Y_y=19$
Y线圈数	$Q_y=18$	极相槽数	$q=7$	节距系数	$K_p=0.989$
△线圈数	$Q_d=24$	Y极相槽	$q_y=3$	并联路数	$a_y=a_d=2$
		△极相槽	$q_d=4$	每槽电角	$\alpha=8°57'$

2. 绕组特点　本例为双层叠式绕组，线圈跨距大，嵌线较困难。两套绕组占槽不等，正弦绕组采用不轮换排列；角形部分每组4圈，星形部分每组3圈，比角形部分少占1槽。同套绕组中每相仅两线圈组，采用二路并联时用反方向接线则显得较为方便。但由于每槽所占电角度为分度数，虽两套绕组互差不等于30°，但相差极微，不致造成不良影响。

3. 嵌线方法　双叠绕组按常规采用交叠嵌线，嵌线时应依图按4联角形线圈和3联星形线圈交替嵌入。嵌线顺序见下表：

表 1.9.7

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	下层	4	3	2	1	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	
	上层																					4
嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	下层	26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16
	上层		3		2		1		42		41		40		39		38		37		36	

(续)

嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
嵌入槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8		7		6	
	上层	35		34		33		32		31		30		29		28		27		26		25
嵌绕次序		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
嵌入槽号	下层	5																				
	上层		24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

4. 接线要点　本例为显极布线二路并联，同相两组线圈极性相反。接线时找出同相两线圈组的首尾引线，依图并联。先将角形部分逐相连接后再连接成角形，标示相头 U_d、V_d、W_d，如图(a)所示。再把星形部分逐相接成二路并联，引出相头 U_y、V_y、W_y 引线；最后把并联后的相尾逐相对应接到 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。

5. 改绕计算　改绕正弦绕组的基本参数由表1.9计算，因 $q_y \neq q_d$，为保证电机铁心槽满率不致相差过大，线圈及导线截面积由下式换算：

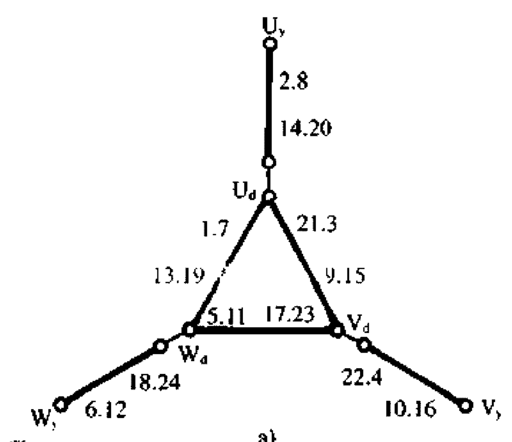
星形　线圈匝数　$W_y=0.583N_y$

　　　导线截面　$S_y=0.857S'_y$

角形　线圈匝数　$W_d=0.438N_d$

　　　导线截面　$S_d=1.143S'_d$

1.9.8 24槽4极三相正弦绕组内角星形单层(庶极)链式布线接线图



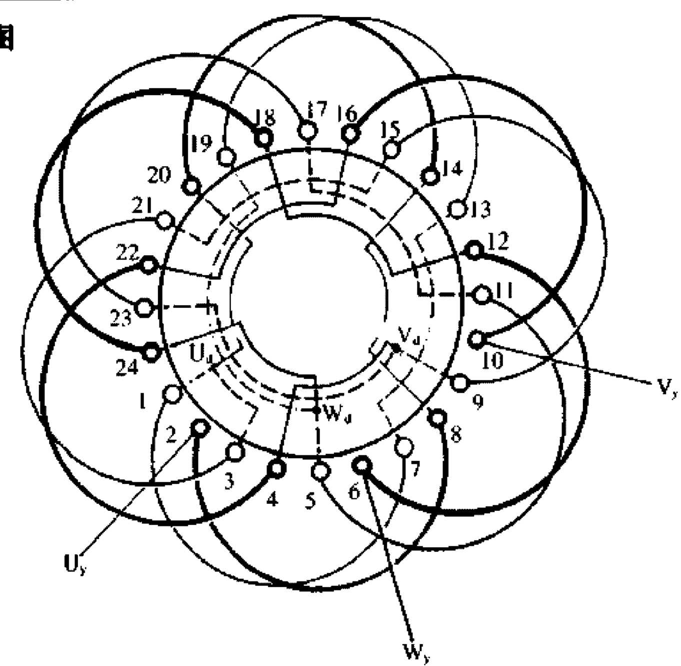


图 1.9.8

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 线圈组数 $u=12$ 绕组极距 $\tau=6$

电机极数 $2p=4$ 每组圈数 $S_y=1$ 线圈节距 $Y_d=1—7$

$S_d=1$ $Y_y=2—8$

总线圈数 $Q=12$ 极相槽数 $q=2$ 节距系数 $K_p=1$

Y线圈数 $Q_y=6$ Y极相槽 $q_y=1$ 并联路数 $a_y=a_d=1$

△线圈数 $Q_d=6$ △极相槽 $q_d=1$ 每槽电角 $\alpha=30°$

2. 绕组特点　本例用单层庶极布线，每相均由2只线圈顺串而成，即两套绕组均是单层庶极链式绕组，线圈数为四极电机中最少，接线也较简单，嵌线亦方便，但仅为小容量电机采用。

3. 嵌线方法　采用分层交叠嵌线，先嵌角形部分，完成后再嵌星形部分于面层。嵌线顺序见下表：

表 1.9.8

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下层	1	21	3	17	23	13	19	9	15	5	11	7
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	上层	2	22	4	18	24	14	20	10	16	6	12	8

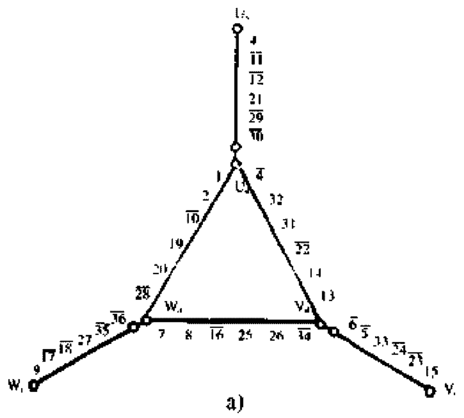
4. 接线要点　绕组为庶极布线，安排在定子对应位置同相的两只线圈(组)的极性必须相同，即线圈(组)间接线为“尾与头”相接。操作上先将角形部分逐相接好后连成角形，并标记角形顶点三相头端 U_d、V_d、W_d。完成后再逐相连接星形部分，并将其三相尾端分别对应接到 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。三相头端 U_y、V_y、W_y 引至电动机接线盒。

5. 改绕计算　正弦绕组基本参数由表1.9公式计算，两种线圈匝数由下式确定：

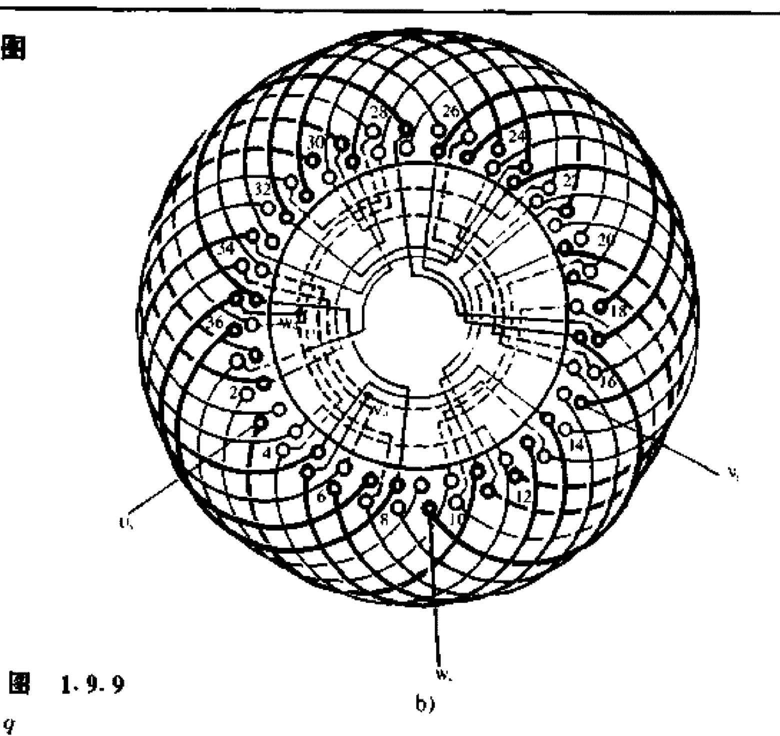
星形线圈匝数 $W_y=N_y$

角形线圈匝数 $W_d=N_d$

1.9.9　36 槽 4 极三相正弦绕组内角星形双层叠式布线接线图



a)



b)

图　1.9.9

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	线圈组数	$u=24$	绕组极距	$\tau=9$
电机极数	$2p=4$	每组圈数	$S_y=1^1/_2$	线圈节距	$Y_d=8$
总线圈数	$Q=36$		$S_d=1^1/_2$		$Y_y=8$
Y线圈数	$Q_y=18$	极相槽数	$q=3$	节距系数	$K_p=0.985$
△线圈数	$Q_d=18$	Y极相槽	$q_y=1^1/_2$	并联路数	$a_y=a_d=1$
		△极相槽	$q_d=1^1/_2$	每槽电角	$\alpha=20°$

2. 绕组特点　　本绕组是双层叠式显极布线，每极相槽数为奇数($q=3$)，改绕正弦绕组后，两套绕组极相占槽为分数，线圈组为不等圈安排，即每相为单双圈轮换分布，使两套绕组的线圈数目相等。但每一极距范围内两套绕组共占 3 槽，本例采用第 1 极下角形占 2 槽，星形占 1 槽，第 2 极则反之，角形占 1 槽而星形占 2 槽，余者类推。

3. 嵌线方法　　本例嵌线与普通三相电动机双叠绕组相同，且两套绕组都由单双圈组成，且两套绕组的线圈匝数及线规不同，嵌线时要严格区分，按图交替嵌入。嵌线顺序见下表：

表　1.9.9

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	2	1	36	35	34	33	32	31		30		29		28		27	
	上层										3		2		1		36		35
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	26		25		24		23		22		21		20		19		18	
	上层		34		33		32		31		30		29		28		27		26

（续）

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	17		16		15		14		13		12		11		10		9	
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

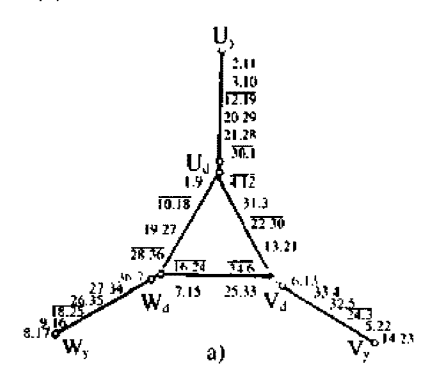
4. 接线要点　　因系显极布线，一路串联的同相相邻线圈组必须反向串联，即“尾与尾”或“头与头”相接。操作上先将角形部分逐相接好后连结成三角形，并标记 U_d、V_d、W_d；再将星形逐相接好后，将相头 U_y、V_y、W_y 引至接线盒，而相尾则分别对应相别与 U_d、V_d、W_d 连结。

5. 改绕计算　　正弦绕组基本参数 N_y、N_d 及 S_y、S_d 由表 1.9 公式计算。线圈匝数由下式确定：

星形线圈匝数　$W_y=N_y/2$

角形线圈匝数　$W_d=N_d/2$

1.9.10　36 槽 4 极三相正弦绕组内角星形单双层混合式布线接线图



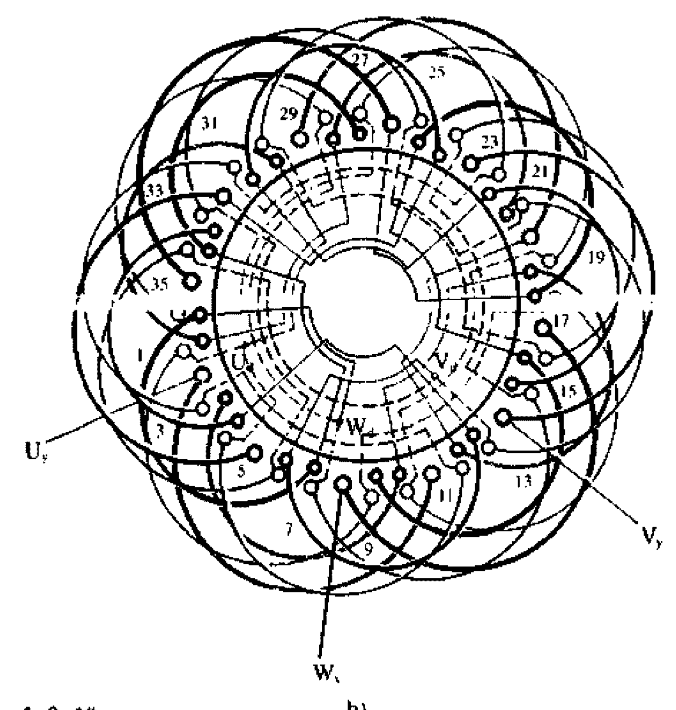


图　1.9.10

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　线圈组数　$u=24$　绕组极距　$\tau=9$

电机极数　$2p=4$　每组圈数　$S_y=1^1/_2$　线圈节距　$Y_d=1-9$

$S_d=1$　$Y_y=2-11$、$3-10$

总线圈数　$Q=30$　极相槽数　$q=3$　节距系数　$K_p=0.985$

Y线圈数　$Q_y=18$　Y极相槽　$q_y=1^1/_2$　并联路数　$a_y=a_d=1$

△线圈数　$Q_d=12$　△极相槽　$q_d=1$　每槽电角　$\alpha=20°$

2. 绕组特点　　绕组是显极式单双层混合布线，因每极相槽数为奇数，两套绕组用不同型式安排，角形部分是单层链式，每组只有 1 只线圈；星形部分是每极相多占 1/2 槽，故采用单双圈轮换安排而构成单层同心交叉式绕组。为使电动机获得较好的运行性能，使槽电势沿定子圆周呈正弦规律分布，星形和角形线圈的匝比应为 $W_{y1}:W_{y2}:W_d=1:0.34:1.185$。此外，角形绕组只有一种规格线圈；星形的同心线圈组二线圈的匝数也不相同，绕制线圈时应予注意，而单圈与同心小线圈的匝数和尺寸相同。

3. 嵌线方法　　绕组采用分层交叠嵌线，先嵌角形部分，吊边数为 2，完成后再嵌星形部分，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表　1.9.10

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	1	34	31	3	28	36	25	33	22	30	19	27	16	24	13	21	10	18	7	15
	上层																				

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层	4	13	9	6																
	上层					3	2	36	33	4	32	5	30	1	27	34	26	35	24	31	21

（续）

嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	下层																				
	上层	28	20	29	18	25	15	22	14	23	12	19	9	16	8	17	6	13	10	11	7

4. 接线要点　　本例为一路串联显极绕组，同相相邻线圈组的极性必须相反。一般先把角形部分按常规"尾接尾""头接头"分相接好，再连成角形，标出 U_d、V_d、W_d 相头；跟着把星形部分的三相尾端对应相别接到 U_d、V_d、W_d，最后把三相头端 U_y、V_y、W_y 引出。

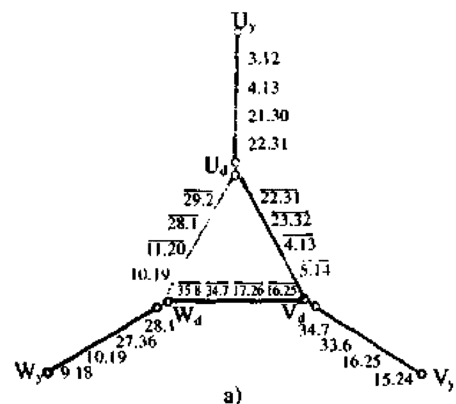
5. 改绕计算　　正弦绕组基本参数 N_y 及 S_y、S_d 根据表 1.9 公式求出，而 q= 奇数，为改善电机性能，使线圈匝数也按正弦规律分布，则各线圈匝数确定如下：

星形　单层线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

　　　双层线圈匝数　$W_{y2}=0.347W_{y1}$

角形　线圈匝数　　　$W_d=1.185W_y$

1.9.11 36槽4极三相正弦绕组内角星形单双层(庶极)叠式布线接线图



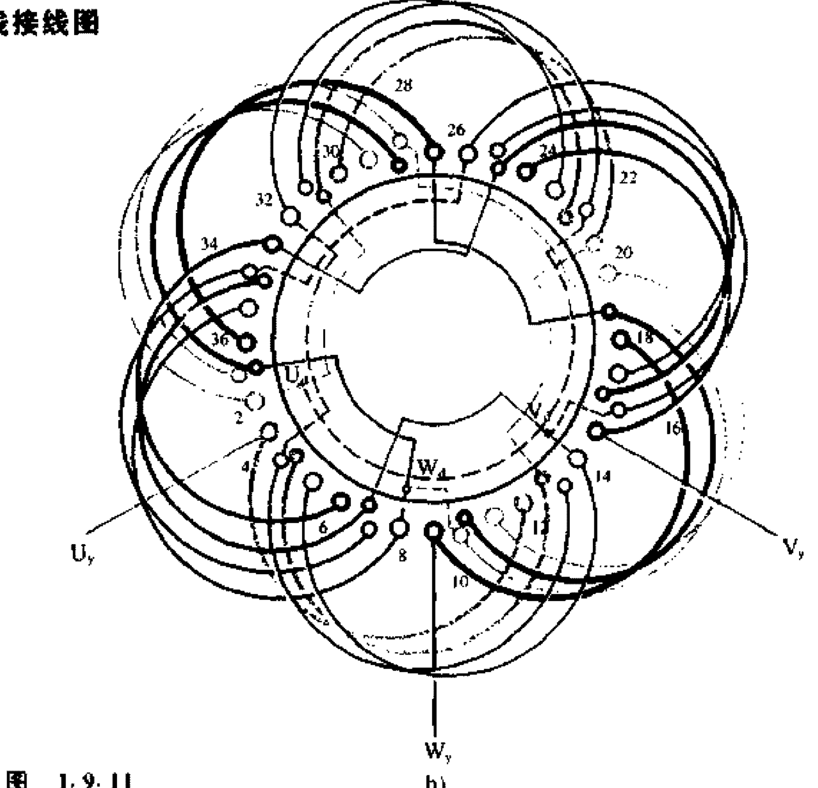


图 1.9.11

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　线圈组数 $u=12$　绕组极距 $\tau=9$

电机极数 $2p=4$　每组圈数 $S_y=2$　线圈节距 $Y_d=9$　$Y_y=9$

总线圈数 $Q=24$　极相槽数 $q=3$　节距系数 $K_p=1$

Y线圈数 $Q_y=12$　Y极相槽 $q_y=1^1/_2$　并联路数 $a_y=a_d=1$

△线圈数 $Q_d=12$　△极相槽 $q_d=1^1/_2$　每槽电角 $\alpha=20°$

2. 绕组特点　本例系单双层庶极布线，两套绕组每相均由两组交叠线圈串接而成，每组则由一大(单层)、一小(双层)线圈组成。此绕组端部交叠层次较多，但线圈数少，且分层嵌线时仅吊2边，故嵌线和接线都较方便。

3. 嵌线方法　本例采用分层交叠嵌线，吊边数只有2。嵌线前应将同尺寸的四种不同参数的线圈分别放好，不得混淆。嵌线时先嵌角形部分，完成后再嵌星形部分于面层。嵌线顺序见下表：

表 1.9.11

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	5	4	35	8	34	7	29	2	28	3	23	32	22	31	17	26
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层	16	25	11	20	10	19	14	13								
	上层									4	3	34	7	33	6	28	1
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上层	27	36	22	31	21	30	16	25	15	24	10	19	9	18	13	12

4. 接线要点　由于两套绕组进线在同一极距内，即 U_y 从槽3引出，则 U_d 在同一极下的槽2进线，因此，当星形绕组反时针方向走线时，角形绕组则顺时向走线，使同一极相槽内的电流方向相同，两套线圈端部电流方向则相反；但每套绕组同相相邻线圈间采用顺向串联，即“头与尾”或“尾与头”相接。接线时先接好角形部分，然后逐相连接星形部分，最后把三相尾端对应相别接到 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。

5. 改绕计算　改绕正弦绕组基本参数由表1.9进行计算，各线圈匝数由下式确定

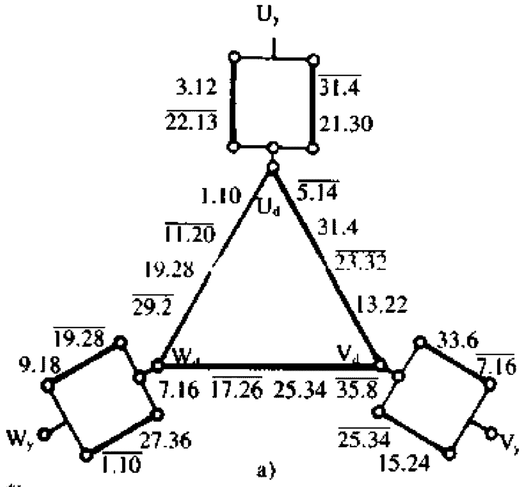
星形　单层线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

　　　双层线圈匝数　$W_{y2}=N_y/2$

角形　单层线圈匝数　$W_{d1}=N_d$

　　　双层线圈匝数　$W_{d2}=N_d/2$

1.9.12　36槽4极三相正弦绕组内角星形单双层(全距)布线接线图



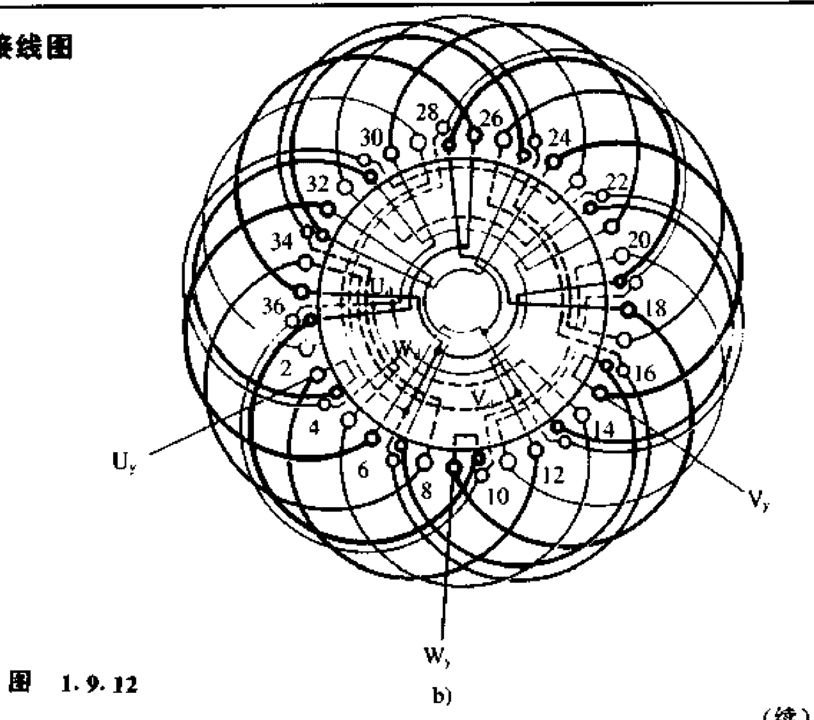


图　1.9.12

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	线圈组数	$u=24$	绕组极距	$\tau=9$
电机极数	$2p=4$	每组圈数	$S_y=1$　$S_d=1$	线圈节距	$Y_d=9$　$Y_y=9$
总线圈数	$Q=24$	极相槽数	$q=3$	节距系数	$K_p=1$
Y线圈数	$Q_y=12$	Y极相槽	$q_y=1\frac{1}{2}$	并联路数	$a_y=2$　$a_d=1$
△线圈数	$Q_d=12$	△极相槽	$q_d=1\frac{1}{2}$	每槽电角	$\alpha=20°$

2. 绕组特点　　本例为两套绕组并联支路数不相等的范例之一，而且采用新颖的显极布线型式。两套绕组占槽比相等，每线圈为一组，每相由4只线圈构成，线圈数比双层绕组少12只；线圈采用全节距，但依然具有削减高次谐波的能力。本绕组嵌线方便，分层嵌线时吊边数仅为2，但绕组端部有局部三重叠，绕组端部整形和绝缘较困难。

3. 嵌线方法　　两套绕组分别由两种不同参数但尺寸相同的单层和双层线圈组成。嵌线前要严格区别4种线圈，切勿错乱。嵌线采用分层交叠嵌法，先嵌角形绕组，完成后再嵌星形部分于面层。嵌线顺序见下表：

表　1.9.12

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	1	35	31	4	29	2	25	34	23	32	19	28	17	26	13	22
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层	11	20	7	16	5	14	10	8								
	上层									3	1	33	6	31	4	27	36

(续)

嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上层	25	34	21	30	19	28	15	24	13	22	9	18	7	16	12	10

4. 接线要点　　本例为显极布线，故应使同相相邻线圈极性相反。接线时先将下层线圈按常规接成一路角形，并标记三角顶点 U_d、V_d、W_d；再把上层线圈逐相反向走线接成二路并联，然后将三相尾端对应相别接到 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示；最后把三相头端 U_y、V_y、W_y 引至接线盒。

5. 改绕计算　　根据一路串联接法的原绕组(如原绕组系多路并联则要换算到一路串联作为原始参数)，两套绕组改绕的基本参数由表1.9计算。各线圈匝数及导线截面积由下式计算：

星形　单层线圈匝数　$W_{y1}=2N_y$

　　　双层线圈匝数　$W_{y2}=N_y$

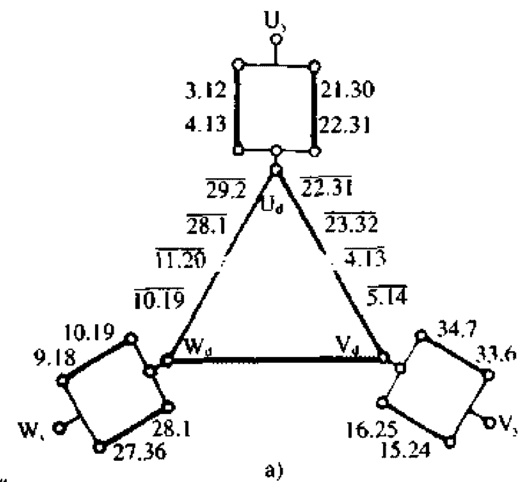
　　　导线截面积　$S_y=S'_y/2$

角形　单层线圈匝数　$W_{d1}=N_d$

　　　双层线圈匝数　$W_{d2}=N_d/2$

　　　导线截面积　$S_d=S'_d$

1.9.13　36 槽 4 极三相正弦绕组内角星形单双层(庶极)布线接线图



a)

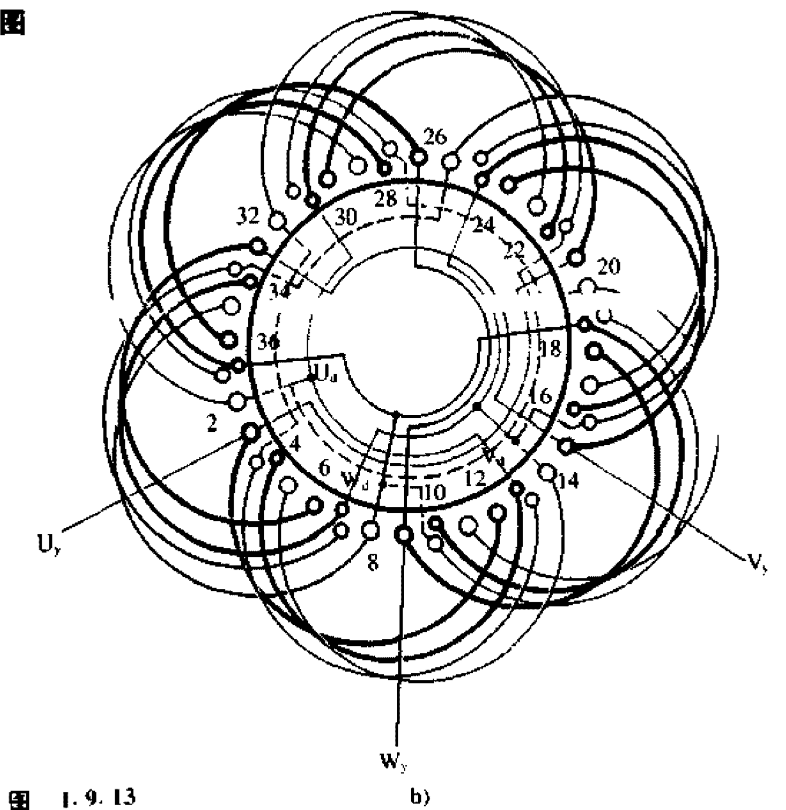


图　1.9.13　　b)

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　　线圈组数　$u=12$　　绕组极距　$\tau=9$

电机极数　$2p=4$　　每组圈数　$S_y=2$　　线圈节距　$Y_d=9$

总线圈数　$Q=24$　　　　　　$S_d=2$　　　　　　$Y_y=9$

丫线圈数　$Q_y=12$　　极相槽数　$q=3$　　节距系数　$K_p=1$

△线圈数　$Q_d=12$　　丫极相槽　$q_y=1\frac{1}{2}$　　并联路数　$a_y=2$　$a_d=1$

　　　　　　　　　　△极相槽　$q_y=1\frac{1}{2}$　　每槽电角　$\alpha=20°$

2. 绕组特点　　本例采用单双层庶极布线，但两套绕组支路数不同，角形部分系一路串联接线；星形部分为二路并联。绕组分别由两套单层庶极交叠线圈构成，每相有两线圈组，每组由大小两只交叠线圈组成。端部有三重叠，但线圈组数少，嵌线和接线均方便。

3. 嵌线方法　　采用分层交叠嵌线，先嵌角形部分线圈，后嵌星形线圈。因两套绕组均由相同尺寸而不同参数的单双层线圈组构成，嵌线时要严格区分，不得混淆。嵌线顺序见下表：

表　1.9.13

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	11	10	5	14	4	13	35	8	34	7	29	2	28	1	23	32
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层	22	31	17	26	16	25	20	19								
	上层									10	9	4	13	3	12	34	7
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上层	33	6	28	1	27	36	22	31	21	30	16	25	15	24	19	18

4. 接线要点　　因正弦绕组两套绕组进线(相头)要在同一极距内，故本绕组走线方向与往不同，即角形部分从＃2 槽开始，顺时向连接，并使同相两组线圈电流方向(极性)相同，三相接成一路角形，标出三相相头 U_d、V_d、W_d；星形部分系二路并联，逐相按庶极规律接好后，将三相尾端分相对应接到 U_d、V_d、W_d，而相头 U_y、V_y、W_y 引至接线盒。

5. 改绕计算　　根据一路串联的原绕组(如非一路串联绕组应先将其换算到一路串联参数后再作改绕)，两套绕组改绕正弦绕组的基本参数由表 1.9 进行计算。各线圈改绕参数由下式确定：

星形　单层线圈匝数　$W_{y1}=2N_y$

　　　双层线圈匝数　$W_{y2}=N_y$

　　　导线截面积　$S_y=S'_y/2$

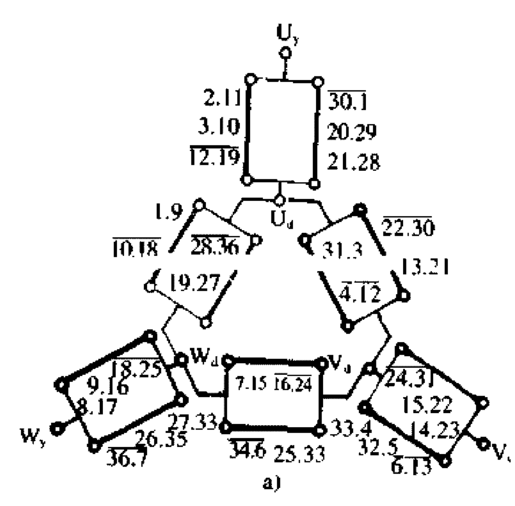
角形　单层线圈匝数　$W_{d1}=N_d$

　　　双层线圈匝数　$W_{d2}=N_d/2$

　　　导线截面积　$S_d=S'_d$



1.9.14 36槽4极三相正弦绕组内角星形单双层混合式布线接线图



a)

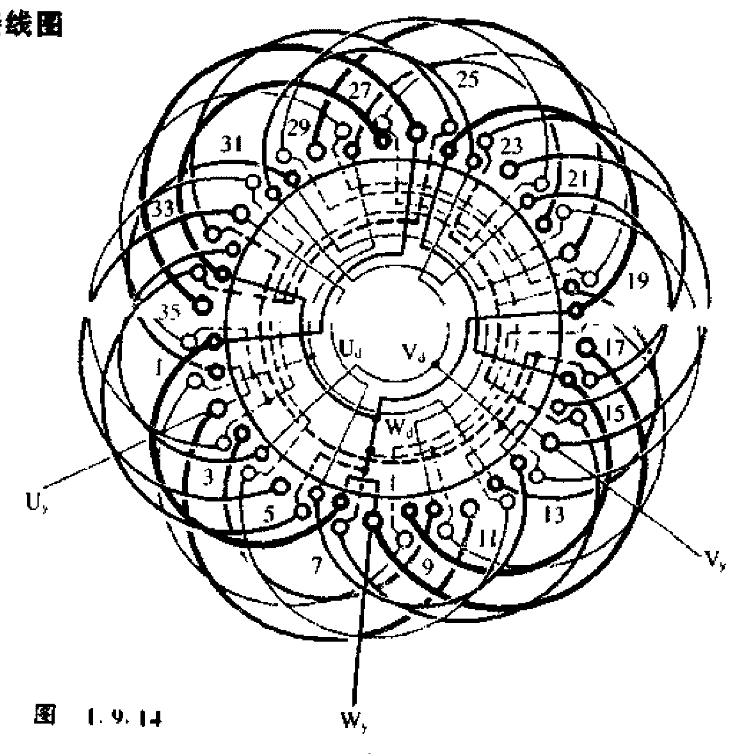


图 1.9.14

b)

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	线圈组数	$u=24$	绕组极距	$\tau=9$		
电机极数	$2p=4$	每组圈数	$S_y=1\frac{1}{2}$	线圈节距	$Y_d=1-9$		
总线圈数	$Q=30$		$S_d=1$		$Y_y=2-11、3-10$		
Y线圈数	$Q_y=18$	极相槽数	$q=3$	节距系数	$K_p=0.985$		
线圈数	$Q_d=12$	Y极相槽	$q_y=1\frac{1}{2}$	并联路数	$a_y=a_d=2$		
		△极相槽	$q_d=1$	每槽电角	$\alpha=20°$		

2. 绕组特点　本例绕组系二路并联，采用单双层显极式布线，角形和星形两套绕组分别由单层链式和单层同心交叉式混合构成。因此，角形部分每相由4只单圈组成；星形则由单圈和同心双圈组成。两套绕组线圈匝数采用正弦规律分布，以获得更理想的运行性能。由于线圈尺寸和数据不同，绕线和嵌线应予注意。

3. 嵌线方法　绕组除同心双圈组的线圈匝数不等外，还有两种不同数据的单圈组，嵌线时应严格区分，按图嵌入。嵌线采用分层交叠嵌线，先嵌角形部分，后嵌星形部分。嵌线顺序见下表：

表 1.9.14

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	7	4	1	9	34	6	31	3	28	36	25	33	22	30	19	27	16	24	13	21
	上层																				

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层	10	18	15	12																
	上层					3	2	36	33	4	32	5	30	1	27	34	26	35	24	31	21

（续）

嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	下层																				
	上层	28	20	29	18	25	15	22	14	23	12	19	9	16	8	17	6	13	10	11	7

4. 接线要点　本例为显极布线，同相相邻线圈组极性均要相反。二路并联采用短跳接法，即进线后反方向走线，逐相连接。操作时先将角形部分的三相绕组按常规接成角形，标出 U_d、V_d、W_d 后再接星形部分，将三相进线 U_y、V_y、W_y 引出，其相尾分相对应接到 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。

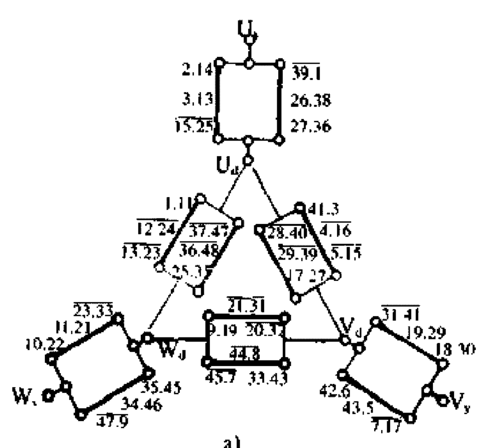
5. 改绕计算　改绕电动机为二路并联时，正弦绕组基本参数 N_y、S_y、S_d 由表1.9公式计算。而 q＝奇数，拟将各线圈匝数按正弦规律分布，则改绕线圈匝数由下式确定：

星形　单层线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

　　　双层线圈匝数　$W_{y2}=0.347W_{y1}$

角形　双层线圈匝数　$W_d=1.185W_{y1}$

1.9.15 48槽4极三相正弦绕组内角星形单双层同心交叉式布线接线图



1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 线圈组数 $u=24$ 绕组极距 $\tau=12$

电机极数 $2p=4$ 每组圈数 $S_y=1\frac{1}{2}$ 线圈节距 $Y_d=1-11$

$S_d=1\frac{1}{2}$ $Y_y=2-14、3-13$

总线圈数 $Q=36$ 极相槽数 $q=4$ 节距系数 $K_p=0.991$

Y线圈数 $Q_y=18$ Y极相槽 $q_y=2$ 并联路数 $a_y=a_d=2$

△线圈数 $Q_d=18$ △极相槽 $q_d=2$ 每槽电角 $\alpha=15°$

2. 绕组特点 本例为显极式单双层布线，每极每相槽数为偶数，两套绕组均用单双圈同心交叉式绕组构成，单双圈轮换安排。本绕组由双层叠式演变而来，总线圈数比双层布线减少12只，嵌线时吊边数仅为3，较双叠绕组减少8只，故具有嵌线方便，节省工时等特点。接线为二路并联，常用于功率稍大的电动机。

3. 嵌线方法 采用分层交叠嵌线，先嵌角形部分的线圈，垫好层间及端部绝缘后，再嵌星形部分的线圈于面层。嵌线顺序见下表：

表 1.9.15

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	1	45	44	41	3	37	47	38	48	33	43	29	39	28	40	25	35	21
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	31	20	32	17	27	13	23	12	24	9	19	5	15	4	16	11	7	8
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	上层	3	2	47	43	5	42	6	39	1	35	45	34	46	31	41	27	37	26
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	上层	38	23	33	19	29	18	30	15	25	11	21	10	22	7	17	13	14	9

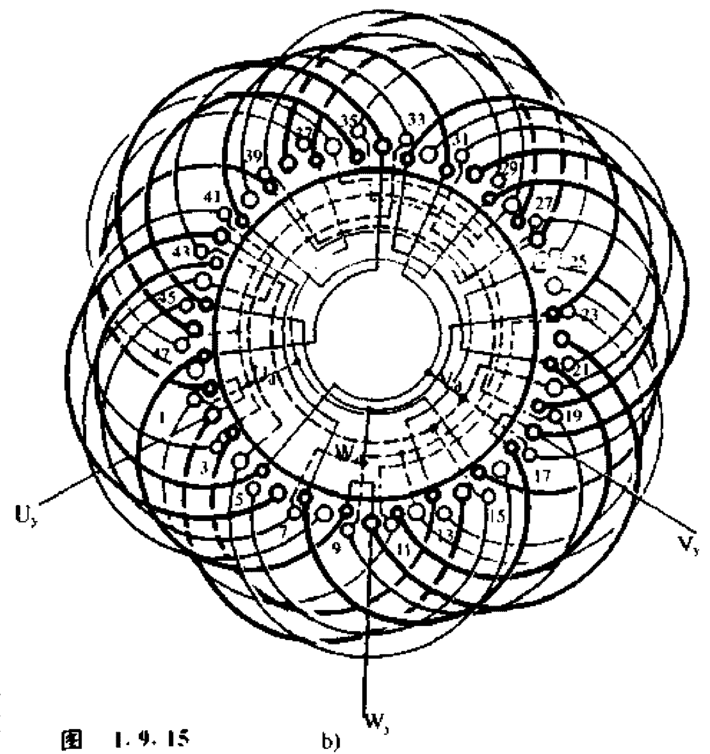


图 1.9.15 b)

1. 接线要点 先接角形部分，后接星形部分。绕组为显极布线二路并联，每相进线后分路短跳逆向走线，使同相相邻线圈组的极性相反。操作时角形部分按常规接好，标示相头 U_d、V_d、W_d；在进线同极距中引出星形部分的三相引出线 U_y、V_y、W_y，逐相连接后，将相尾分相对应接到 U_d、V_d、W_d。

5. 改绕计算 正弦绕组基本参数 N_y、N_d、S_y、S_d 由表1.9公式算出，各线圈匝数由下式确定：

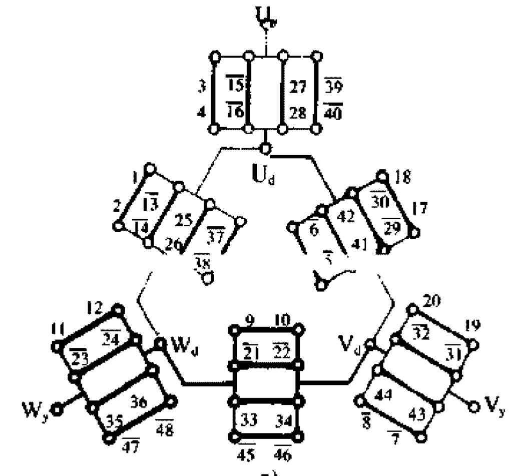
星形 单层线圈匝数 $W_{y1}=N_y$

双层线圈匝数 $W_{y2}=N_y/2$

角形 单层线圈匝数 $W_{d1}=N_d$

双层线圈匝数 $W_{d2}=N_d/2$

1.9.16　48槽4极三相正弦绕组内角星形双层叠式布线接线图



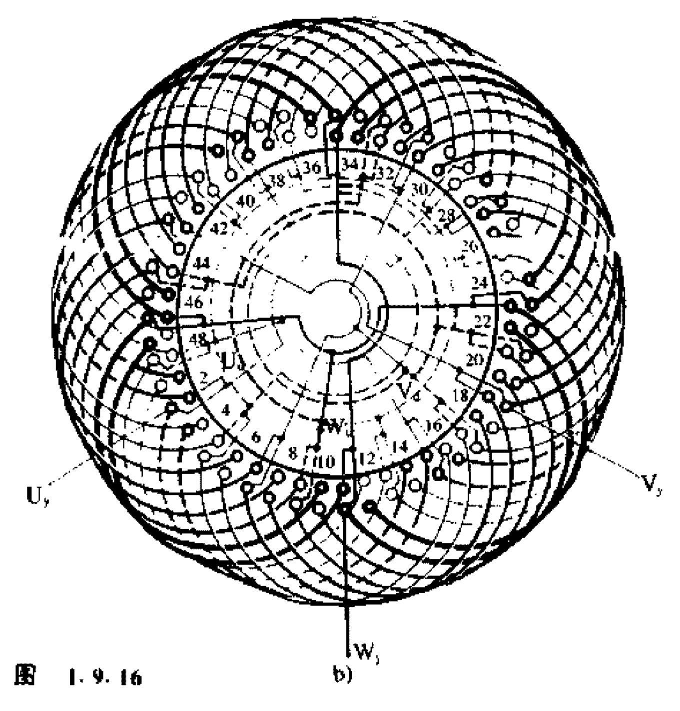


图　1.9.16

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　　线圈组数　$u=24$　　绕组极距　$\tau=12$

电机极数　$2p=1$　　每组圈数　$S_y=2$　　线圈节距　$Y_d=11$

$S_d=2$　　$Y_y=11$

总线圈数　$Q=48$　　极相槽数　$q=4$　　节距系数　$K_p=0.991$

丫线圈数　$Q_y=24$　　丫极相槽　$q_y=2$　　并联路数　$a_y=a_d=4$

△线圈数　$Q_d=24$　　△极相槽　$q_d=2$　　每槽电角　$\alpha=15°$

2. 绕组特点　　48槽四路并联绕组常用于功率较大的电机，虽采用双层布线，但吊边数为11，嵌线并未显十分困难。两套绕组占槽相等，每组均由2只交叠线圈组成；线圈由同规格线模绕制，但有两种参数的线圈。

3. 嵌线方法　　采用双层交叠嵌线，要注意两种参数的线圈组交替轮换嵌入。嵌线顺序见下表：

表　1.9.16

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入	下层	2	1	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39		38		37		36		35		34		33
槽号	上层													2		1		48		47		46		45	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入	下层		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21
槽号	上层	44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入	下层		20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9
槽号	上层	32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21	

（续）

嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入	下层		8		7		6		5		4		3												
槽号	上层	20		19		18		17		16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3

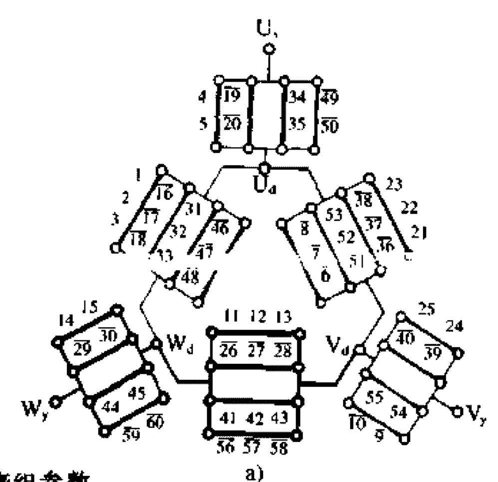
4. 接线要点　　绕组是四路并联，每组线圈均要分别并接于相头或相尾，而显极式布线必须使同相相邻线圈组极性相反，因此，在同一套(角形或星形)绕组中，每相绕组在同一极下的两线圈组首尾并接后与对称极(同极性)两组首尾并联，构成一相头端，如图(a)所示；同样，再将四组线圈的另一端并联，作为一相的尾端，标注记号。各相接法以此类推。操作时先把星形部分束起，角形部分逐相接成四路后接成三角形，并标示头端 U_d、V_d、W_d；然后再逐相接好星形部分，把三相尾端对应相别与 U_d、V_d、W_d 连接，如图(b)所示。最后引出 U_y、V_y、W_y。

5. 改绕计算　　正弦绕组四路并联根据表1.9算出基本参数，如原绕组非四路并联则要将其换算到四路并联才能采用本例改绕，线圈匝数由下式确定：

星形线圈匝数　$W_y=N_y/2$

角形线圈匝数　$W_d=N_d/2$

1.9.17　60 槽 4 极三相正弦绕组内角星形双层叠式布线接线图



a)

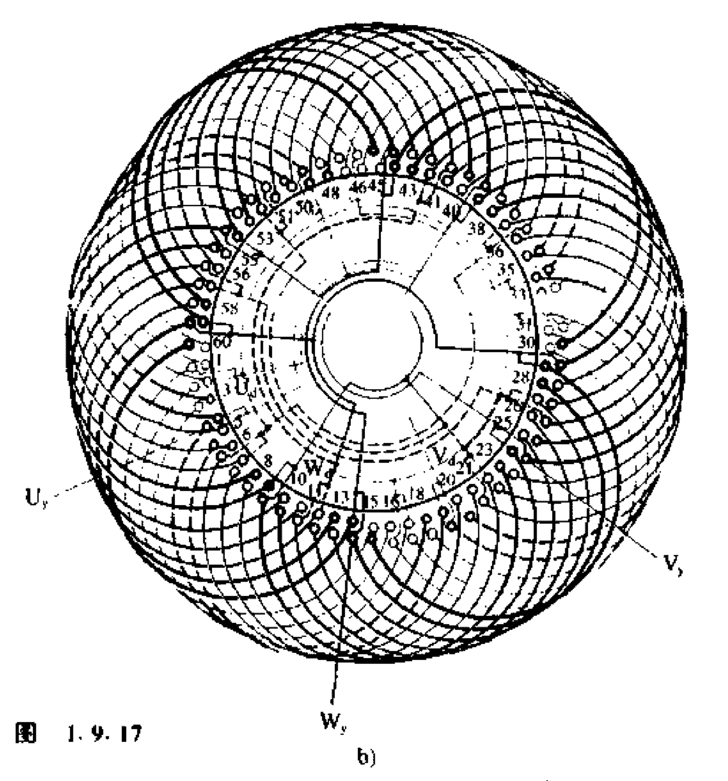


图　1.9.17

b)

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　　线圈组数　$u=24$　　绕组极距　$\tau=15$
电机极数　$2p=4$　　每组圈数　$S_y=2$　　线圈节距　$Y_d=14$
总线圈数　$Q=60$　　　　　　　$S_d=3$　　　　　　　　$Y_y=14$
Y线圈数　$Q_y=24$　　极相槽数　$q=5$　　节距系数　$K_p=0.965$
△线圈数　$Q_d=36$　　Y极相槽　$q_y=2$　　并联路数　$a_y=a_d=4$
　　　　　　　　　　△极相槽　$q_d=3$　　每槽电角　$\alpha=12°$

2. 绕组特点　　本绕组为 60 槽定子，常用于功率大的电机，故多采用四路并联。每极相槽数为奇数($q=5$)，绕组采用不轮换排列，即 $q_d=3$、$q_y=2$。角形部分每极多占 1 槽。双层叠绕嵌线吊边虽多至 14，但一般定子的内腔都较大，嵌线难度不算大。线圈可用同尺寸线模绕制，角形部分线圈绕制三联组；星形部分线圈绕双联组。此外，由于 $q_y<q_d$，星形部分槽满率较高，为满足嵌线工艺要求，可能会降低电机的出力。

3. 嵌线方法　　绕组采用交叠嵌线。因两种数据线圈的尺寸相同，嵌线时应将三联组和双联组交替嵌入。嵌线顺序见下表：

表　1.9.17

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49		48	
	上层																3		2
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	47		46		45		44		43		42		41		40		39	
	上层		1		60		59		58		57		56		55		54		53

(续)

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	……	95	96	97	98	99	100	101	102
嵌入槽号	下层	38		37		36		35	……	9		8		7		6	
	上层		52		51		50		……		23		22		21		20

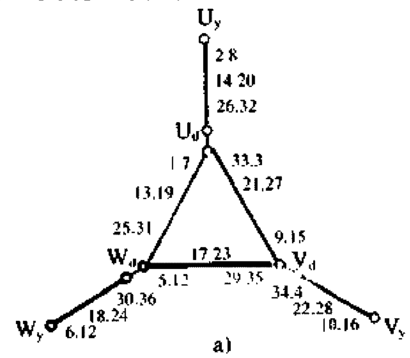
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层	5		4															
	上层		19		18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

4. 接线要点　　绕组为四路并联。先接角形部分，再接星形部分，最后将星形的三相尾端对应相别接到角形三相头。详细可参考上例接线。

5. 改绕计算　　正弦绕组按原绕组四路并联改绕时，基本参数 N_y、N_d 及 S'_y、S'_d 由表 1.9 公式计算，各线圈数据由下式确定：

星形　线圈匝数　$W_y=0.625N_y$
　　　导线截面积　$S_y=0.8S'_y$
角形　线圈匝数　$W_d=0.417N_d$
　　　导线截面积　$S_d=1.2S'_d$

1.9.18 36槽6极三相正弦绕组内角星形单层(庶极)链式布线接线图



a)

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	线圈组数	$u=36$	绕组极距	$\tau=6$
电机极数	$2p=6$	每组圈数	$S_y=1$	线圈节距	$Y_d=1-7$
总线圈数	$Q=18$		$S_d=1$		$Y_y=2-8$
Y线圈数	$Q_y=9$	极相槽数	$q=2$	节距系数	$K_p=1$
线圈数	$Q_d=9$	Y极相槽	$q_y=1$	并联路数	$a_y=a_d=1$
		△极相槽	$q_d=1$	每槽电角	$\alpha=30°$

2. 绕组特点　本例系单层庶极式布线，两套绕组均由单层庶极链式构成。两套绕组安排互差30°电角，每组1只线圈，每相六极仅用3只线圈，是线圈数少、嵌线方便的小容量电动机绕组。

3. 嵌线方法　采用分层交叠嵌线，即先嵌角形部分线圈于相应槽，垫好绝缘后再嵌入星形部分线圈。全部线圈用同一规格线模绕制，嵌线前应严格区分不同参数的线圈，以免混淆造成错嵌。嵌线顺序见下表：

表 1.9.18

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
槽号	下层	1	33	3	29	35	25	31	21	27	17	23	13	19	9	15
嵌绕次序		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
槽号	下层	5	11	7												
	上层				2	34	4	30	36	26	32	22	28	18	24	14
嵌绕次序		31	32	33	34	35	36									
槽号	上层	20	10	16	6	12	8									

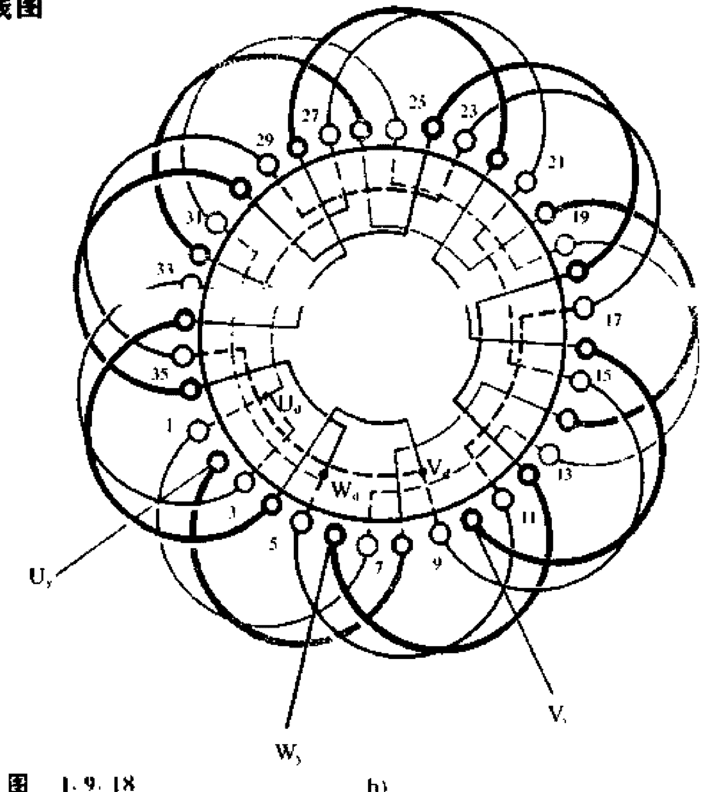


图 1.9.18 b)

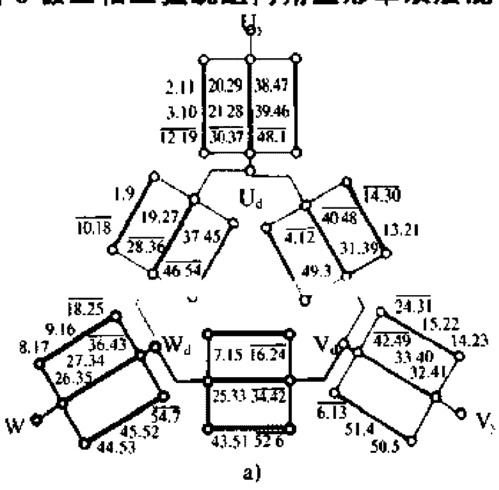
4. 接线要点　绕组是庶极布线，一套绕组的同相相邻线圈(组)极性必须相同，组间连接应是“尾与头”或“头与尾”顺接串联，即整台电机全部线圈电流方向一致。接线时先将角形部分逐相接好后按常规连接为三角形，标示三相头端 U_d、V_d、W_d；再把星形部分逐相连接，然后将三相尾端对应相别接到 U_d、V_d、W_d，最后引出 U_y、V_y、W_y 到接线盒。

5. 改绕计算　正弦绕组改绕基本参数由表1.9公式计算，线圈匝数由下式确定：

星形线圈匝数　$W_y=N_y$

角形线圈匝数　$W_d=N_d$

1.9.19 54 槽 6 极三相正弦绕组内角星形单双层混合式布线接线图



a)

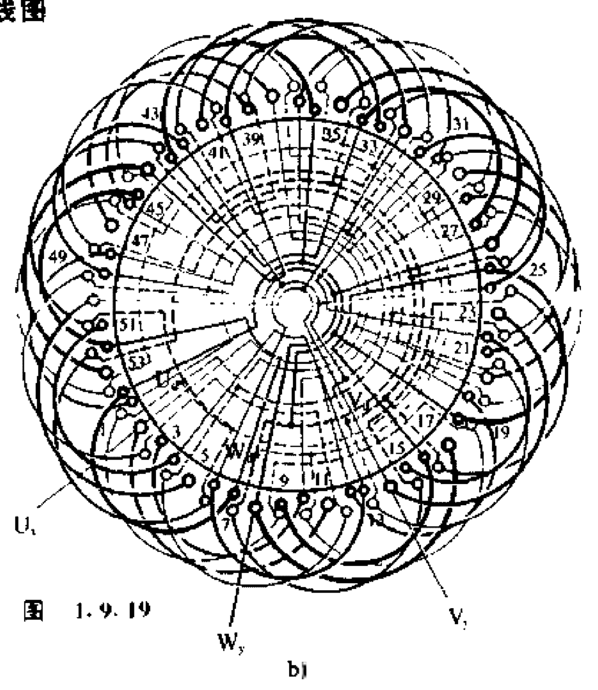


图 1.9.19

b)

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$ 线圈组数 $u=36$ 绕组极距 $\tau=9$

电机极数 $2p=6$ 每组圈数 $S_y=1\frac{1}{2}$ 线圈节距 $Y_d=1—9$ $Y_y=2—11$、

总线圈数 $Q=45$ $S_d=1$ $3—10$、$12—19$

Y线圈数 $Q_y=27$ 极相槽数 $q=3$ 节距系数 $K_p=0.985$

△线圈数 $Q_d=18$ Y极相槽 $q_y=2$ 并联路数 $a_y=a_d=3$

△极相槽 $q_d=1$ 每槽电角 $\alpha=20°$

2. 绕组特点　本绕组为单双层显极布线，常用于容量较大的电动机。每极相槽数为奇数(q=3)，两套绕组占槽不相等，绕组匝数采用正弦规律分布。角形部分由每组 1 只半槽线圈构成单层链式绕组；星形部分则用单、双圈构成单层同心交叉式绕组，其中同心小线圈和单圈是不同尺寸，但数据相同的双层线圈、同心大线圈则为单层线圈。本绕组极数较多，接线较繁。

3. 嵌线方法　绕组采用分层嵌线，先嵌角形部分，完成后再嵌星形部分。嵌线顺序见下表：

表 1.9.19

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	1	52	49	3	46	54	43	51	40	48	37	45	34	42	31	39	28	36
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	25	33	22	30	19	27	16	24	13	21	10	18	7	15	4	12	9	6
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	上层	3	2	54	51	4	50	5	48	1	45	52	44	53	42	49	39	46	38

(续)

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	上层	47	36	43	33	40	32	41	30	37	27	34	26	35	24	31	21	28	20
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	上层	29	18	25	15	22	14	23	12	19	9	16	8	17	6	13	10	11	7

4. 接线要点　本例为显极布线，三路并联，角形绕组每支路由 2 只单圈组组成；星形则由一同心双联组和单圈组组成，每相接法均采用短跳连接，每支路两组反向串联，使同相相邻线圈组的极性相反。接线时先接角形部分，每相接成三路并联后再接成角形，并标注三相头端 U_d、V_d、W_d。随后将星形部分逐相也接成三路并联，相头 U_y、V_y、W_y 引出接线盒，三相尾分相对应并接于 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。

5. 改绕计算　改绕正弦绕组由表 1.9 算出星形部分每槽导线数 N_y、导线截面积 S_y 及角形部分导线截面积 S_d，线圈匝数由下式确定：

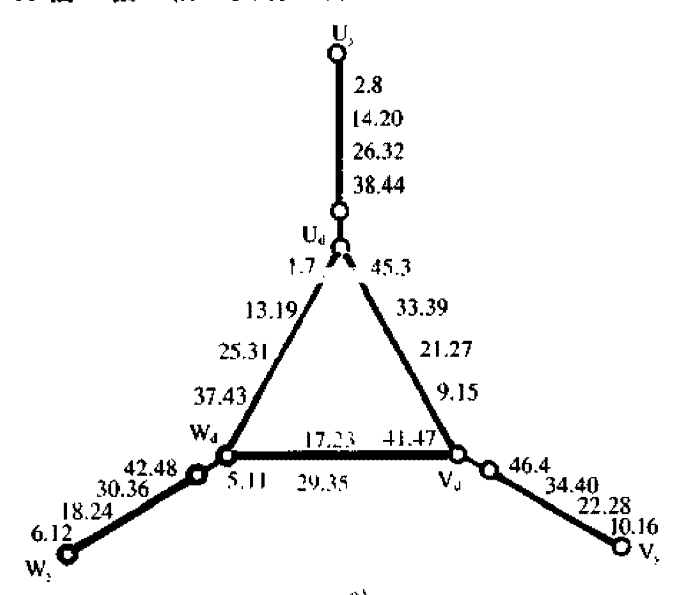
星形　同心单层线圈匝数　$W_{y1}=N_y$

同心双层线圈匝数　$W_{y2}=0.347N_y$

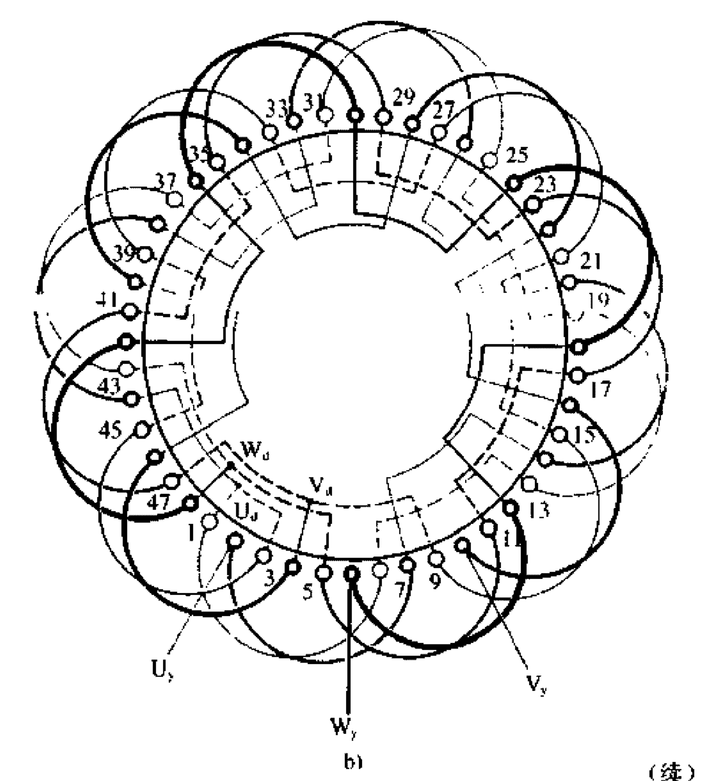
双层单线圈匝数　$W_{y3}=0.347N_y$

角形　双层线圈匝数　$W_d=1.185N_y$

1.9.20 48槽8极三相正弦绕组内角星形单层(庶极)链式布线接线图



a)



b)

图 1.9.20

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=48$	线圈组数	$u=24$	绕组极距	$\tau=6$
电机极数	$2p=8$	每组圈数	$S_y=1$	线圈节距	$Y_d=1-7$
			$S_d=1$		$Y_y=2-8$
总线圈数	$Q=24$	极相槽数	$q=2$	节距系数	$K_p=1$
Y线圈数	$Q_y=12$	Y极相槽	$q_y=1$	并联路数	$a_y=a_d=1$
△线圈数	$Q_d=12$	△极相槽	$q_d=1$	每槽电角	$\alpha=30°$

2. 绕组特点　　两套绕组均采用相同的单层庶极布线，八极电机每套绕组一相仅用4只线圈，总线圈数比双叠绕组少一半；嵌线仅吊1边，工艺简易省时。

3. 嵌线方法　　采用分层交叠嵌线，先将角形部分线圈嵌于相应槽内，完成后垫好端部绝缘，再嵌星形部分线圈于相应槽。嵌线顺序见下表：

表 1.9.20

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	1	45	3	41	47	37	43	33	39	29	36	25	31	21	27	17	23	13
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	19	9	16	5	11	7												
	上层							2	46	4	42	48	38	44	34	40	30	37	26

(续)

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	13	44	45	16	47	48						
槽号	上层	32	22	28	18	24	14	20	10	17	6	12	8						

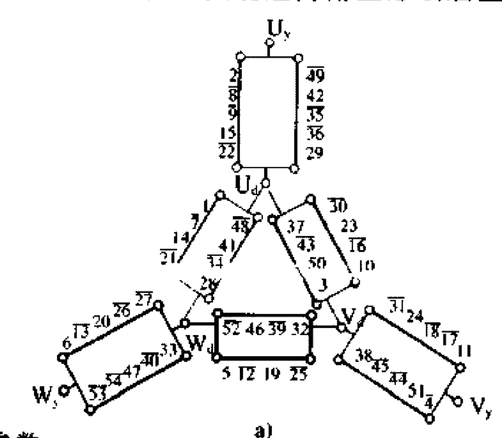
4. 接线要点　　接线前将线圈引线整理顺直，暂把星形部分线头扳向定子中心束起，逐相连接角形部分线圈(组)，但同相相邻线圈要顺向串联，使全部线圈极性方向相同，然后将三相绕组连接成角形，并标示三相头端 U_d、V_d、W_d；同理，逐相连接星形部分线圈(组)，完成后把三相尾端对应相别并接到 U_d、V_d、W_d，如图(b)所示。最后将三相头端 U_y、V_y、W_y 引出至接线盒。

5. 改绕计算　　一路串联绕组改绕正弦绕组的基本参数由表1.9公式计算，线圈匝数由下式确定：

星形线圈匝数　$W_y=N_y$

角形线圈匝数　$W'_d=N_d$

1.9.21 54槽8极三相正弦绕组内角星形双层叠式布线接线图



a)

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=54$	线圈组数	$u=48$	绕组极距	$\tau=6\frac{3}{4}$
电机极数	$2p=8$	每组圈数	$S_y=1\frac{1}{4}$	线圈节距	$Y_d=1—7$
总线圈数	$Q=54$		$S_d=1$		$Y_y=2—8$
Y线圈数	$Q_y=30$	极相槽数	$q=2\frac{1}{4}$	节距系数	$K_p=0.985$
△线圈数	$Q_d=24$	Y极相槽	$q_y=1\frac{1}{4}$	并联路数	$a_y=a_d=2$
		△极相槽	$q_d=1$	每槽电角	$\alpha=26°40'$

2. 绕组特点　本例绕组为二路并联，双层叠式显极布线，常用于中等容量电动机。由于每极相槽数和每槽电角度均为分数，三相进线无法满足相距120°电角的要求，但对运行不致产生明显影响。此外，两套绕组占槽不等，即在每极距内的星形部分比角形多占1/4槽，为此，角形部分每只线圈为1组，而星形部分则采用分数线圈安排，每4组增加1只线圈，从而使每相中的八极绕组由8只单圈组和2只双圈组构成。

3. 嵌线方法　嵌线采用交叠法，嵌线顺序见下表：

表 1.9.21

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	2	1	54	53	52	51	50		49		48		47		46		45		44		43	
	上层								2		1		54		53		52		51		50		49
嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层	42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32	
	上层		48		47		46		45		44		43		42		41		40		39		38
嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
嵌入槽号	下层	31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21	
	上层		37		36		35		34		33		32		31		30		29		28		27
嵌绕次序		67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
嵌入槽号	下层	20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10	
	上层		26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16

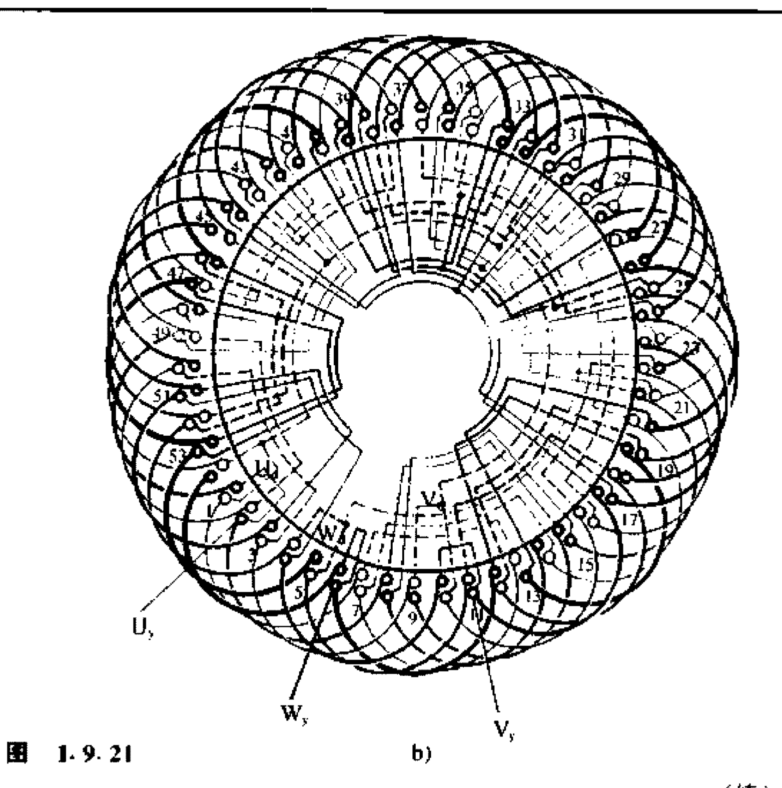


图 1.9.21　b)

（续）

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108		
嵌入槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3									
	上层		15		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3		

4. 接线要点　绕组是显极布线，进线后分二路按顺时针和反时针两方向走线，要求同相相邻线圈组极性相反，即"尾与尾"或"头与头"相接。操作时先将支路接好，再把同相两支路的同极性端并接成一相绕组，逐相接好后把角形部分按常规接成角形，并标示相头 U_d、V_d、W_d；同理，逐相接好星形部分，将三相尾对应相别并接到 U_d、V_d、W_d，最后把相头 U_y、V_y、W_y 引出。

5. 改绕计算　正弦绕组基本参数 N_y、N_d 和 S'_y、S'_d 由表1.9计算。本例 $q_y \neq q_d$，线圈参数由下式确定：

星形　线圈匝数　$W_y=0.45N_y$

　　　导线截面积　$S_y=0.625S'_y$

角形　线圈匝数　$W_d=0.563N_d$

　　　导线截面积　$S_d=0.889S'_d$

1.10 三相特种绕组

三相特种绕组是除前述图例之外，因结构型式、或应用情况有别于常用绕组的特殊型式。它包括目前应用较少，或曾经有过应用但现已极为罕见的绕组型式，或性能虽好但因种种原因而尚未广泛应用的绕组型式等。本节特将此类绕组进行综合介绍，以供修理相应电机时参考。

由于各例绕组的参数、型式特点及嵌线规律不尽相同，故分别在各例中介绍。

1.10.1 16槽2极空4槽单链绕组布线接线图

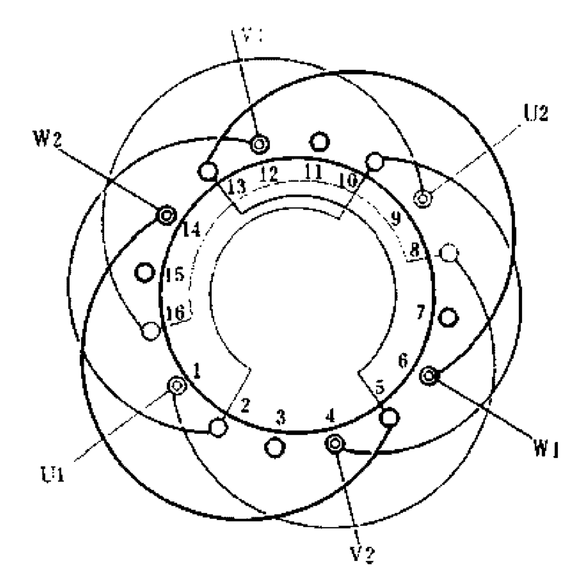


图 1.10.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=16$　每组圈数 $S=1$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $Y=1—8$　$1—7$

总线圈数 $Q=6$　绕组极距 $\tau=8$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=22.5°$

2. 嵌线方法　绕组嵌线有两种方法，空槽3、7、11、15不计入嵌线顺序.

(1) 交叠法　先嵌1槽(沉边)向后退，空出1槽后，再嵌1槽。吊边数为2。嵌线顺序见下表：

表 1.10.1(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	沉边	1	14	12		9		6		4			
	浮边				2		16		13		10	8	5

(2) 整嵌法　嵌线无需吊边，是逐相分层嵌入相应槽内，使绕组端部形成底、中、面三平面层次的绕组。嵌线顺序见下表：

表 1.10.1(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	底层	1	8	9	16								
	中层					6	13	14	5				
	面层									12	2	4	10

3. 绕组特点与应用　定子16槽嵌绕单层2极时，每极相槽数($q=2\frac{2}{3}$)为无循环规律分数，故必须取$S=1$，并空出4槽才能安排三相平衡绕组，即每相两个单圈组，从而成为线圈节距不相等的单层链式绕组；此外，4个空槽无法均匀分布于三相，使三相出线相距也不能满足互距120°电角的要求。此绕组铁心有效利用率较低，线圈嵌绕也略有不便，故一般只在利用原有冲模非批量改制专用微型电机时采用。此电机无正规标准产品，仅见用于仪表盘用风扇电动机。

1. 10. 2　16 槽 4 极不规则混合链式绕组布线接线图

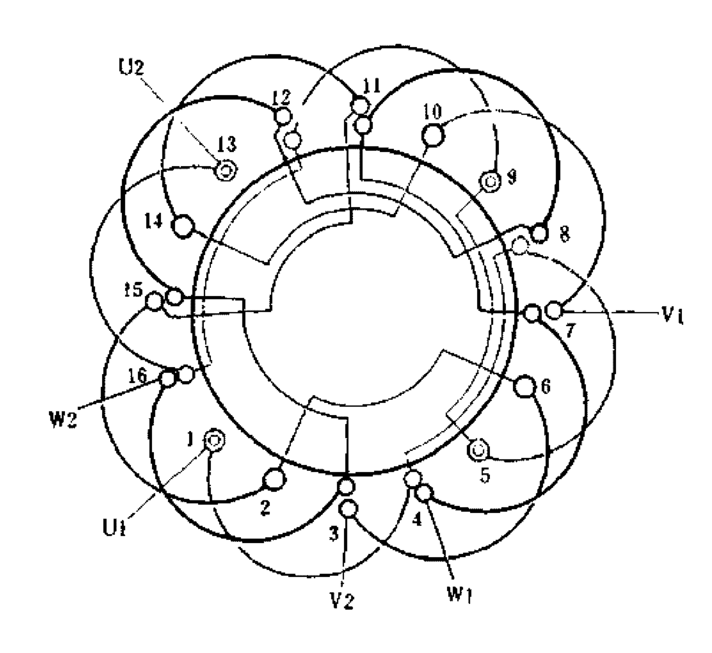


图　1. 10. 2

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=16$	每组圈数	$S=1$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=1\frac{1}{3}$	线圈节距	$Y=1—4$
总线圈数	$Q=12$	绕组极距	$\tau=4$	绕组系数	$K_{dp}=1$
线圈组数	$u=12$	每槽电角	$\alpha=45°$		

2. 嵌线方法　　嵌线有两种方法：

（1）交叠法　　嵌线一般从单层槽开始，连嵌 3 槽后，退空出 1 槽，再嵌 3 槽。吊边数为 2。嵌线顺序见下表：

表 1. 10. 2(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
单层槽号	沉边	1				13						9						5							
	浮边				2						14						10						6		
双层槽号	下层		16	15				12		11				8		7				4		3			
	上层						16		15				12		11				8		7			4	3

（2）整嵌法　　整嵌无需吊边而逐相分层嵌入，先嵌的线圈端部在底层平面，次嵌相在中层面，最后相在上层平面。因交叠层次多，一般较少采用。嵌线顺序见下表：

表 1. 10. 2(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	底层	1	4	13	16	9	12	5	8																
	中层									4	7	16	3	12	15	8	11								
	面层																	7	10	3	6	15	2	11	14

3. 绕组特点与应用　　本例系显极布线。由于定子 16 槽无论嵌绕单链或双链的 4 极电机都会出现部分槽数余缺，为此，本例采用双层布线，每相 4 只(组)线圈，总共空余 8 个半槽，从而构成不规则的单双层混合绕组。因为有半空槽，实际铁心有效利用较低。此绕组在正规产品中无应用，主要见于原单相电动机改绕成三相电动机。

1.10.3　16 槽 2 极不规则混合交叉式绕组布线接线图

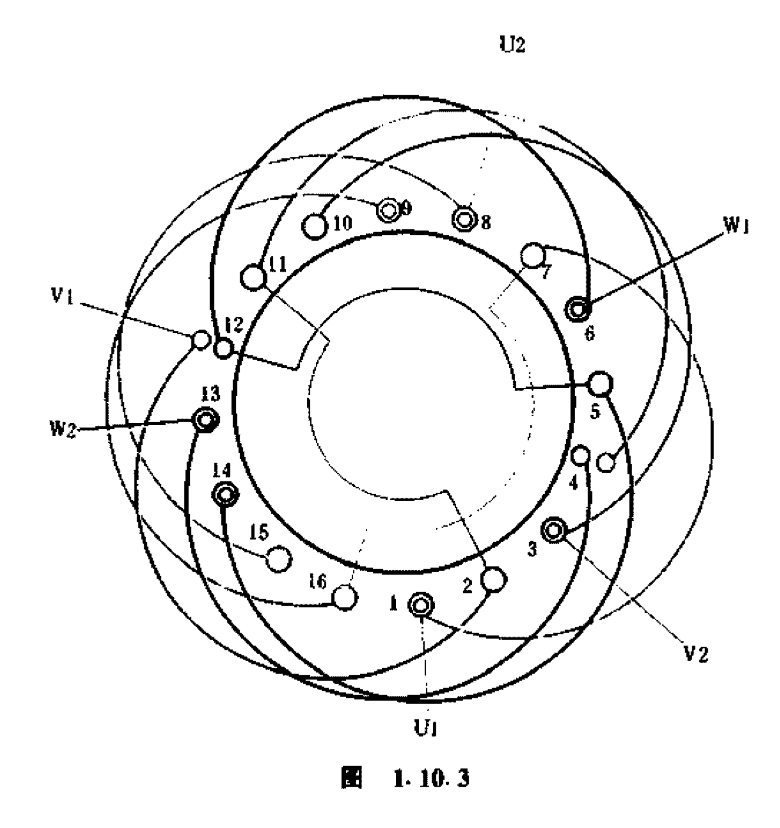


图　1.10.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=16$　每组圈数　$S=1\frac{1}{2}$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=2\frac{2}{3}$　线圈节距　$Y=(1—7)$

总线圈数　$Q=9$　绕组极距　$\tau=8$　$(8—15、9—16)$

线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=22.5°$　绕组系数　$K_{dp}=0.96$

2. 嵌线方法　绕组只适宜采用交叠嵌线，嵌线是先嵌 1 槽、退空 2 槽嵌 2 槽，再嵌半槽退空 2 槽。吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.10.3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
单层槽号	沉边	1	14	13			9		8		6				3				
	浮边					2		16		15				11		10	7	5	
双层槽号	下层				12								4						
	上层											12							4

3. 绕组特点与应用　本例为显极式绕组。16 槽定子嵌绕单层 2 极则缺 2 槽，若不采用前例的空槽方案则可将 2 槽安排双层，从而形成不规则单双层混合的交叉式绕组，即每相由 2 组线圈构成，其中一组为单圈，另一组是交叠等距双圈。有两相绕组的单圈和双圈中的一只线圈只能安排半槽匝数，而有一相则全部是单层线圈，但为维持三相串联匝数相同，其线圈匝数也必须与其它两相相同。因此，某些单层槽的槽满率就很低，使铁心得不到充分利用；此外，绕组有两种匝数线圈，如线圈 9—16、14—5、3—10 除整槽匝数外，其余均为半槽匝数，不但使绕制线圈增加困难，同时又使磁场分布不均匀而造成运行振动、噪声。一般极少采用。

1.10.4　18槽2极具有断续相带的单层交叉式绕组布线接线图

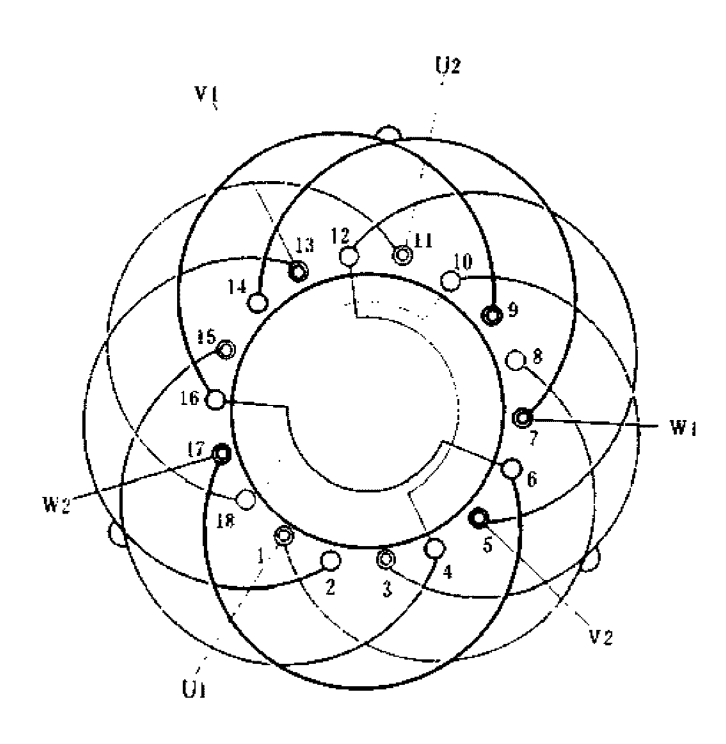


图　1.10.4

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=18$　　每组圈数　$S=1\frac{1}{2}$　　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　　极相槽数　$q=3$　　线圈节距　$Y=1—8$

总线圈数　$Q=9$　　绕组极距　$\tau=9$　　绕组系数　$K_{dp}=0.906$

线圈组数　$u=6$　　每槽电角　$\alpha=20°$

2. 嵌线方法　一般常采用交叠法嵌线，吊边数为3。嵌线规律是：嵌1槽，退空1槽，再嵌1槽，再退空1槽。嵌线顺序见下表：

表1.10.4　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	3	1	17	15		13		11		9		7		5				
	浮边					4		2		18		16		14		12	10	8	6

3. 绕组特点与应用　本绕组是显极布线，属单层交叉链的特殊形式，但绕组每一相带的线圈边不是全部连续分布，即它的双圈组的两只线圈有效边不是相邻的，而是隔开1槽安排的，中间槽则安排其它相的线圈，故称断续相带绕组，或称散布绕组。此绕组的特点有：

（1）全部线圈采用等节距布线；

（2）嵌线时吊边数较其它单层交叉式绕组略少，便于嵌线；

（3）采用短节距线圈可节省线材，并在一定程度上改善旋转磁场波形；但绕组系数则随之降低；

（4）每极相槽数$q=$奇数时，绕组附加损耗将有所增加而产生不对称磁势，造成电机性能恶化。

因此，这种布线型式不是绕组理想的布线方案。故实际应用极少，仅见用于DB—25的电泵用三相小功率电动机。

1.10.5 24槽6极双层叠式不规则布线接线图

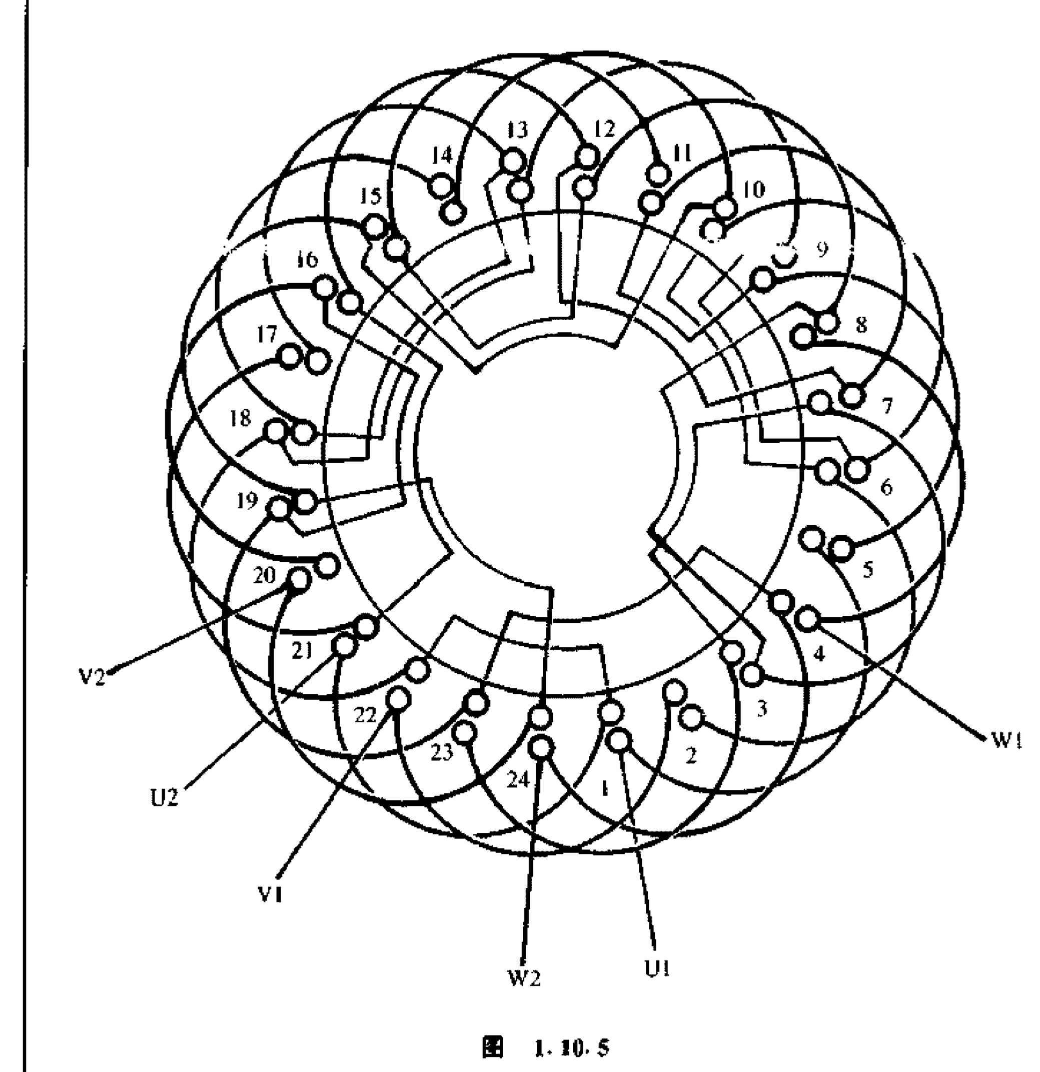


图 1.10.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 每组圈数 $S=1\frac{1}{3}$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=1\frac{1}{3}$ 线圈节距 $Y=1—5$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=4$ 绕组系数 $K_{dp}=0.88$

线圈组数 $u=18$ 每槽电角 $\alpha=45°$

2. 嵌线方法　本绕组采用交叠嵌线，绕组由6个双圈联和12个单圈组成，单、双圈必须按图安排嵌入。嵌线方法同一般双层叠式绕组的连续退嵌，即嵌人1槽往后退，再嵌1槽又再退；吊边数为4。嵌线顺序见下表：

表 1.10.5　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌人槽号	下层	2	1	24	23	22		21		20		19		18		17	
	上层						2		1		24		23		22		21
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌人槽号	下层	16		15		14		13		12		11		10		9	
	上层		20		19		18		17		16		15		14		13
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌人槽号	下层	8		7		6		5		4		3					
	上层		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3

3. 绕组特点与应用　24槽6极电动机，无论国内或国外都无此规格产品；往常总认为此槽数与极数的匹配不能成立。然而，随着技术的进步，作者根据反极性原理排列出不规则分布的6极绕组，此绕组为显极式布线，每相6组中有4个单圈联和2个双圈联，相头U1、V1、W1分别从槽1、22、4进人；每相第1组均为双圈联，而每相6个线圈组的分布和接线规律均是 $2-\overline{1}-1-\overline{2}-1-\overline{1}$（顶位"—"号为反向），即同相相邻线圈组的极性相反。此例填补了目前国内外24槽6极无电机的空白。主要应用于小型交流电动机改绕。

1.10.6 36 槽 4 极具有断续相带的单层交叉式绕组布线接线图

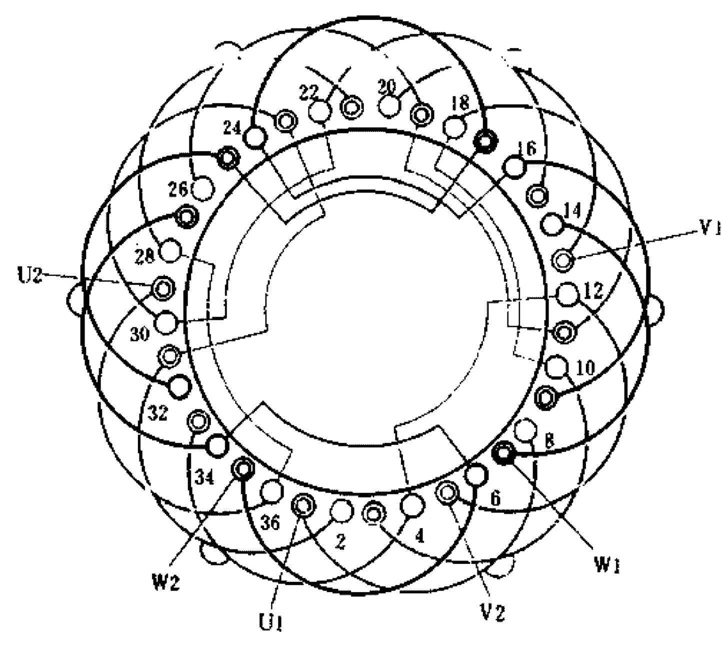


图 1.10.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=3$ 线圈节距 $Y=1—8$

总线圈数 $Q=18$ 绕组极距 $\tau=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.906$

线圈组数 $u=12$ 每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法　嵌线采用交叠法，嵌线应将单、双圈组交替轮换嵌入(双圈联在图中用小半圆交接于线圈端部表示)。吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.10.6 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	沉边	3	1	35	33		31		29		27		25		23		21		19
	浮边					4		2		36		34		32		30		28	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	沉边		17		15		13		11		9		7		5				
	浮边	26		24		22		20		18		16		14		12	10	8	6

3. 绕组特点与应用　此绕组与例 1.10.4 属同类型式，但应用于 36 槽 4 极电动机。绕组的双圈联被它相线圈边隔开，从而形成断续相带。它是采用短节距布线的单层交叉式绕组，而且全部线圈节距相等，有利于消减高次谐波分量和节省铜线等优点；但又因不连续的相带又容易产生附加损耗和不对称磁势，是一种优劣参半的绕组形式。在矿用潜孔钻机的 JO2T—42—4 型三相异步电动机中曾有应用，但目前已很少采用。

1.10.7　24槽8极单层分割式绕组布线接线图

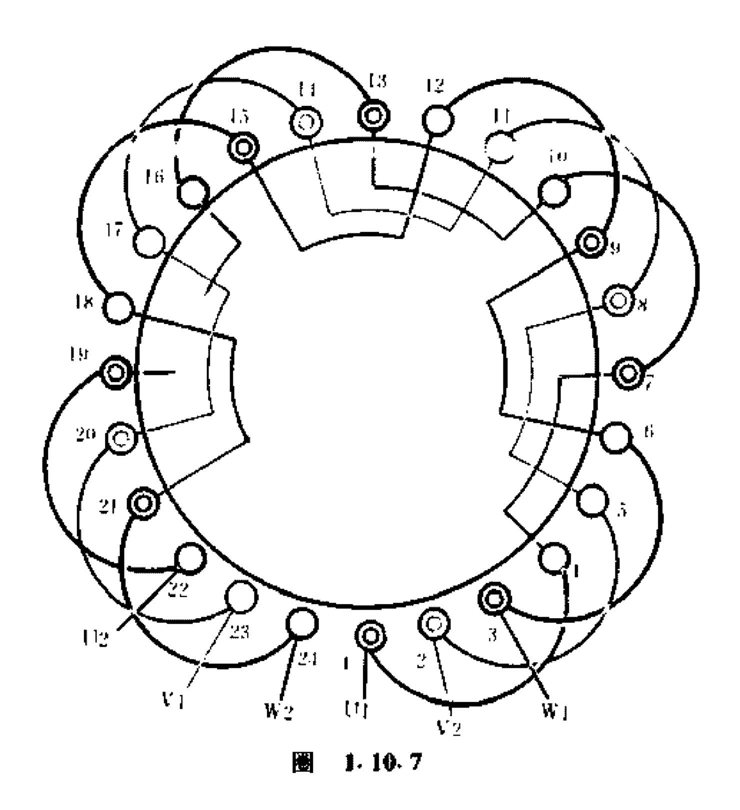


图　1.10.7

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S=1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=1$　线圈节距　$Y=1—4$

总线圈数　$Q=12$　绕组极距　$\tau=3$　绕组系数　$K_{dp}=1$

线圈组数　$u=12$　每槽电角　$\alpha=60°$

2. 嵌线方法　嵌线可用两种方法：

(1) 交叠法　分片嵌线，吊边数为2。嵌线顺序见下表：

表 1.10.7(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	沉边	3	2	1				21	20	19			
	浮边				6	5	4				24	23	22
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	15	14	13				9	8	7			
	浮边				18	17	16				12	11	10

(2) 整嵌法　逐相分层嵌入形成三平面绕组。嵌线顺序见下表：

表 1.10.7(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	底层	1	4	19	22	13	16	7	10				
	中层									3	6	21	24
	面层												
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	底层												
	中层	15	18	9	12								
	面层					2	5	20	23	14	17	8	11

3. 绕组特点与应用　分割式绕组为庶极布线。它可使定子纵向剖开而不损伤线圈；分割最多份数为极对数。它适于特殊的分割式结构的电机中采用。此外别无它优点，故一般电机极少应用。国内无产品。

1.10.8 36槽4极双层同心式绕组布线接线图

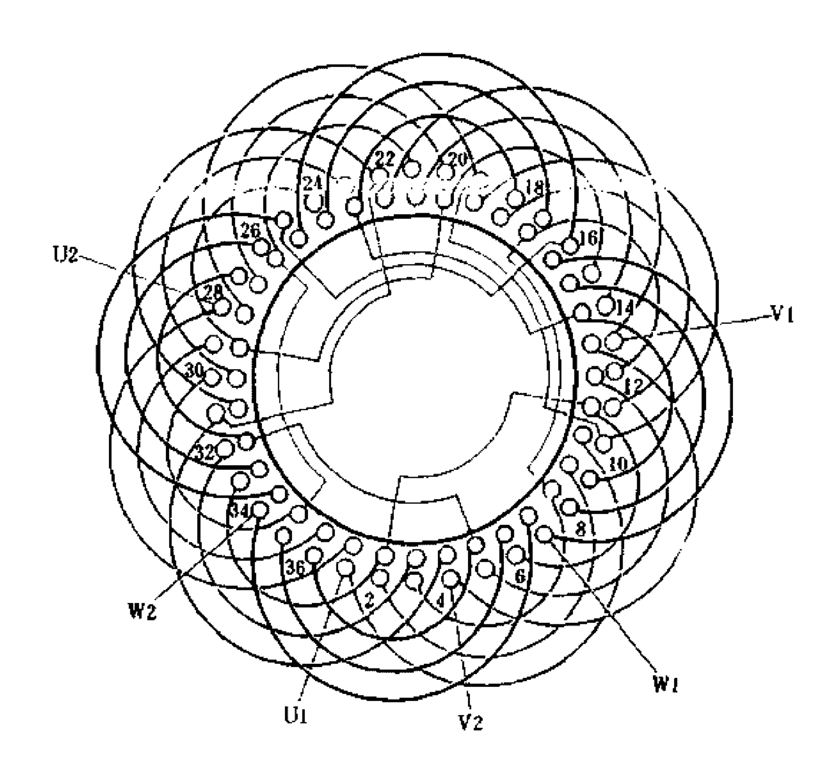


图 1.10.8

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=3$ 线圈节距 $Y=1-10$ $2-9$、$3-8$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.902$

线圈组数 $u=12$ 每槽电角 $\alpha=20°$

2. 嵌线方法 嵌线采用交叠法，嵌法基本与双叠绕组相同，但每组从小圈嵌起，吊边数为6。嵌线顺序见下表：

表 1.10.8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	3	2	1	36	35	34	33		32		31	30		29		28		27		26		25		24
	上层								2		3			35		36		1		32		33		34	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14		13		12
	上层	29		30		31		26		27		28		23		24		25		20		21		22	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		11		10		9		8		7		6		5		4								
	上层	17		18		19		14		15		16		11		12		13	10	9	8	7	6	5	4

3. 绕组特点与应用 它是将三相双层叠绕组每联线圈组中的交叠端部改为同一平面的同心线圈，故称双层同心式绕组。它具有双层短距和同心结构的双重特点，如

(1) 绕组可根据需要选用短节距，以削减高次谐波，改善电机性能；

(2) 绕组端部交叠减少，便于嵌线、绝缘和整理；

(3) 线圈节距不等，增加了线圈嵌绕难度和工时；

(4) 端部改变后用线较费。

本例绕组应用实例较少，曾见于JO2—41—4型异步电动机采用。

1.10.9 36 槽 2 极高速电动机双层叠式绕组超短距布线接线图之一

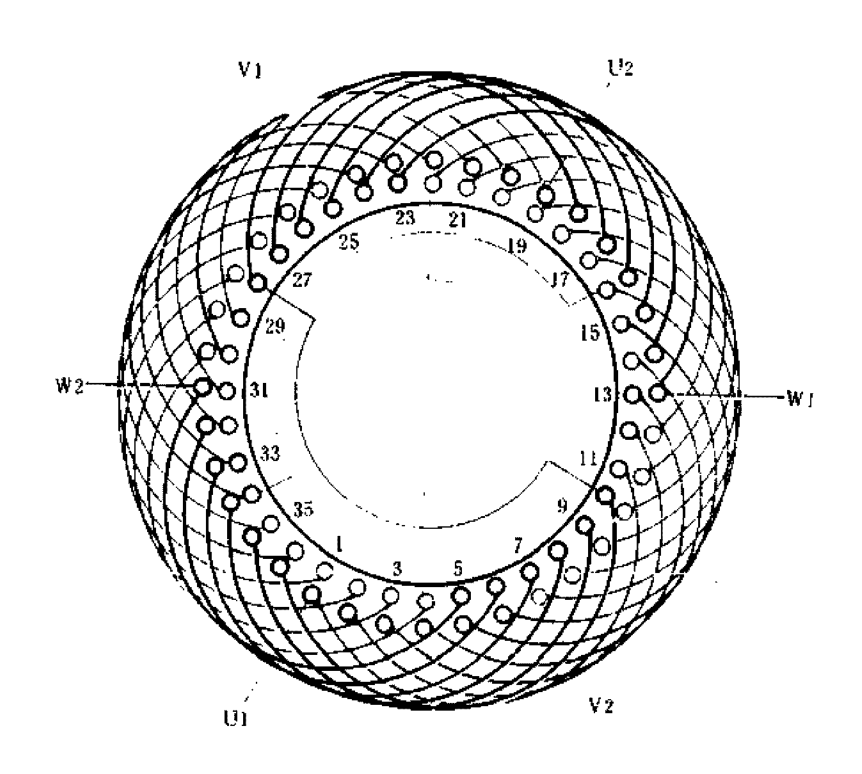


图 1.10.9

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=6$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=6$　线圈节距 $Y=1—11$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=18$　绕组系数 $K_{dp}=0.732$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=10°$

2. 嵌线方法　采用交叠嵌线，吊边数 10。嵌线顺序见下表：

表 1.10.9 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26		25		24		23	
	上层												36		35		34		33
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	22		21		20		19		18		17		16		15		14	
	上层		32		31		30		29		28		27		26		25		24
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	13		12		11		10		9		8		7		6		5	
	上层		23		22		21		20		19		18		17		16		15
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 绕组特点与应用　一般电动机绕组节距常选(4/5～6/7)τ，其缩短槽数通常都在 q 槽以内，这时已能在合理的经济指标下有效地削减高次谐波分量；而本例为使磁场分布均匀，减少电磁引起的振动和噪声，不惜缩短节距大于 q 值以拓宽极面，构成超短距的特殊绕组型式。此绕组因线圈节距超短而绕组系数很低，故用铜量增加。主要应用于 JK—122—2、JK1—113—2 等中大型高速电动机。

1.10.10　36 槽 2 极高速电动机双层叠式绕组超短距布线接线图之二

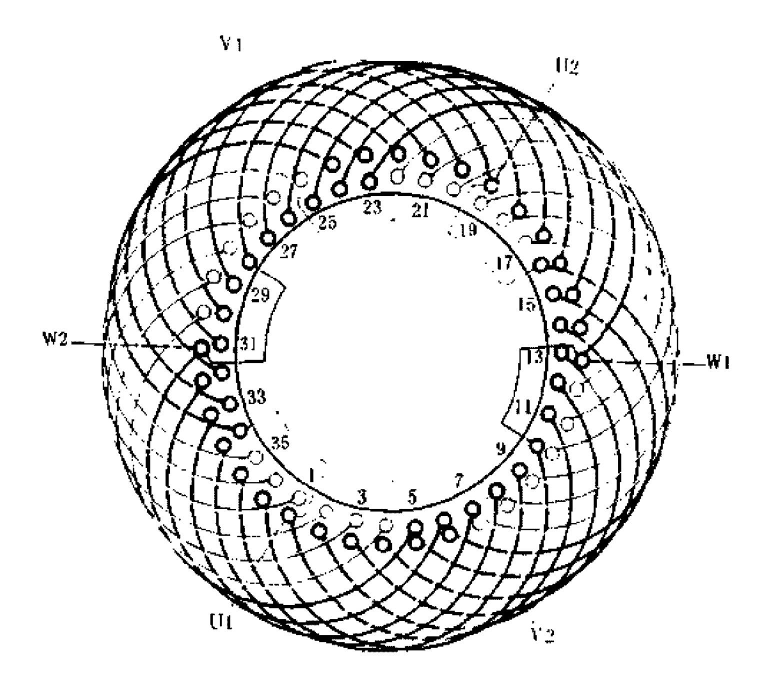


图　1.10.10

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=6$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=6$　线圈节距　$Y=1-11$

总线圈数　$Q=36$　绕组极距　$\tau=18$　绕组系数　$K_{dp}=0.732$

线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=10°$

2. 嵌线方法　　嵌线可采用上例嵌法，若习惯使用前进式嵌线则可参考下表的嵌线顺序：

表 1.10.10　交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16		17		18	
	上层												5		6		7		8
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	19		20		21		22		23		24		25		26		27	
	上层		9		10		11		12		13		14		15		16		17
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	28		29		30		31		32		33		34		35		36	
	上层		18		19		20		21		22		23		24		25		26
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	1		2		3		4											
	上层		27		28		29		30	31	32	33	34	35	36	1	2	3	4

3. 绕组特点与应用　　本例绕组与上例型式相同，但采用二路并联，每相的两组线圈各自为一支路，将两组反向并联，即一组的头与另一组的尾并接在一起，故具有接线简单、短捷的特点。主要应用实例有 JK1—123—2、JK—111—2 等高速电动机。

1.10.11 36 槽 2 极高速电动机双层叠式绕组超短距布线接线图之三

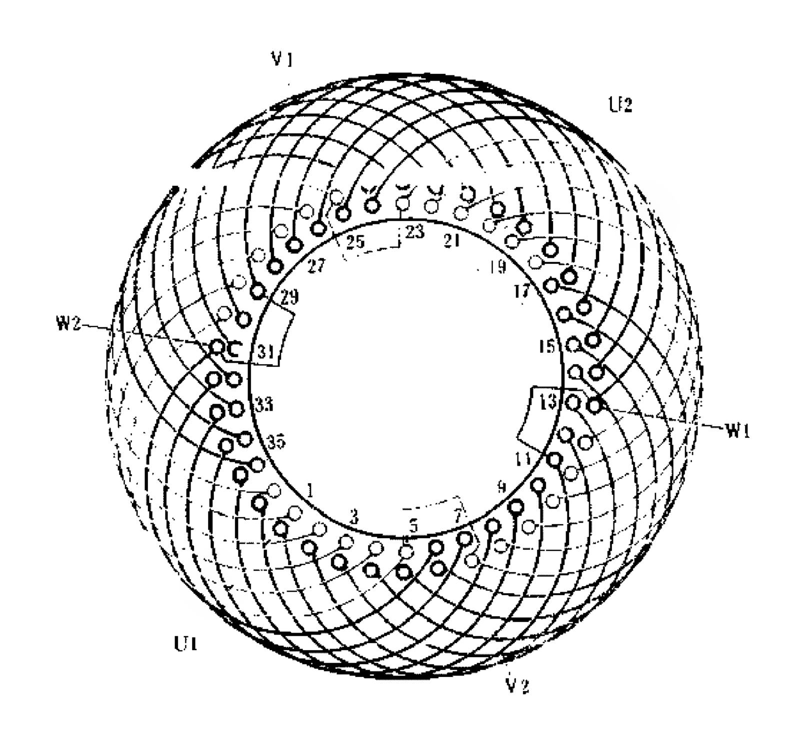


图 1.10.11

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=6$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=6$ 线圈节距 $Y=1-12$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=18$ 绕组系数 $K_{dp}=0.783$

线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=10°$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，即嵌 1 槽，后退再嵌 1 槽，吊边数为 11。第 12 线圈开始整嵌。嵌线顺序见下表：

表 1.10.11 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25		24		23		22
	上层													36		35		34	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		21		20		19		18		17		16		15		14		13
	上层	33		32		31		30		29		28		27		26		25	

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		12		11		10		9		8		7		6		5		4
	上层	24		23		22		21		20		19		18		17		16	

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 绕组特点与应用　本绕组与上例相同，也是二路并联，但线圈节距增加一槽，即 $Y=11$，绕组系数略有提高。主要应用于低压高速的中型三相异步电动机，如 JS2—400S1—2、JS2—355S1—2 及 JS2—355M2—2 等。

1.10.12　48 槽 2 极高速电动机双层叠式绕组超短距布线接线图之一

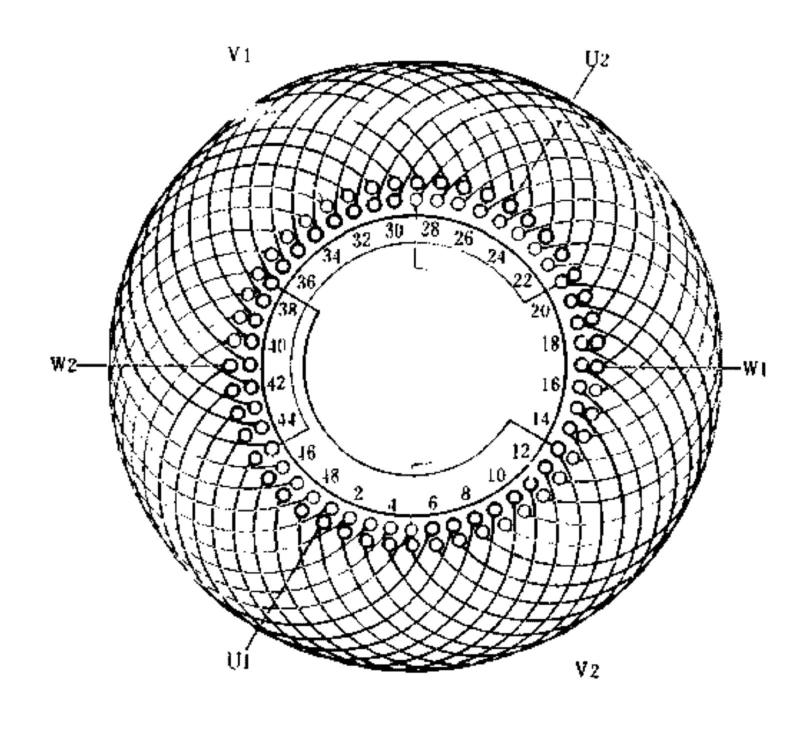


图　1.10.12

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=8$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=8$　线圈节距　$Y=1-14$

总线圈数　$Q=48$　绕组极距　$\tau=24$　绕组系数　$K_{dp}=0.719$

线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=7.5°$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠嵌线，吊边数为 13。嵌线顺序见下表：

表 1.10.12　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35		34		33		32		31		30
	上层															48		47		46		45		44	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18
	上层	43		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8		7		6
	上层	31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	

嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层		5		4		3		2		1														
	上层	19		18		17		16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. 绕组特点与应用　　绕组显极式布线，与例 1.10.9 同，是一路串联接线，但本例为 48 槽，每极相线圈数 8 个，而且吊边数增加，给嵌线造成一定困难。主要应用实例除国产的 JK1—133—2 和 JK—134—2 高速电动机外，还有原(苏)产品 A102—2 异步电动机。

1.10.13 48槽2极高速电动机双层叠式绕组超短距布线接线图之二

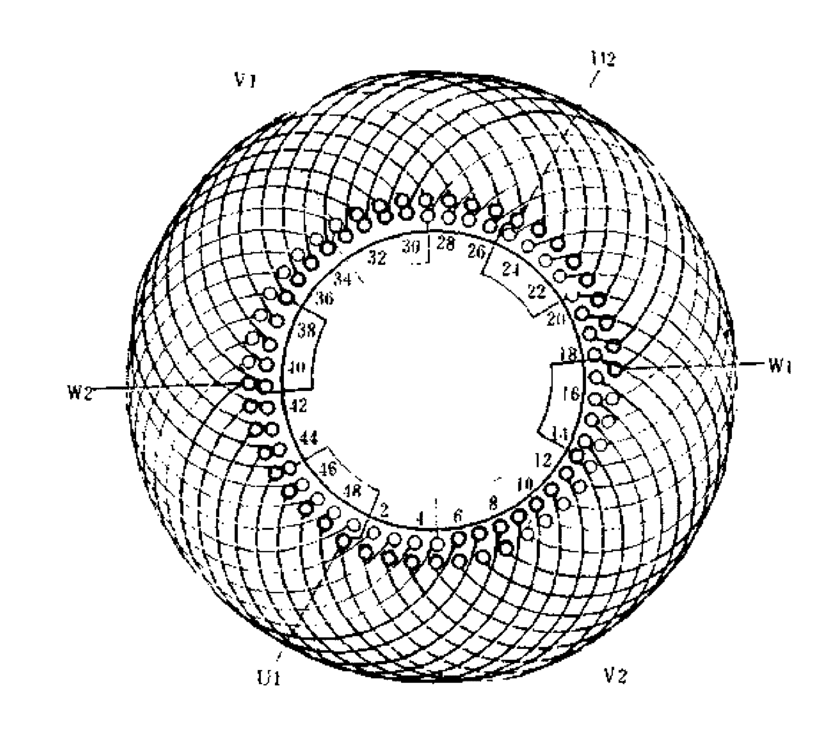


图 1.10.13

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=8$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=8$ 线圈节距 $Y=1—14$

总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=24$ 绕组系数 $K_{dp}=0.719$

线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=7.5°$

2. 嵌线方法　嵌线采用交叠法，具体嵌法可参考上例；若习惯用前进式嵌线者，嵌线顺序见下表：

表 1.10.13 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20		21		22		23		24
	上层															6		7		8		9		10	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36
	上层	11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48
	上层	23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34	

嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层		1		2		3		4		5														
	上层	35		36		37		38		39		40	41	42	43	44	45	46	47	48	1	2	3	4	5

3. 绕组特点与应用　绕组特点参考前例 1.10.9，而本例线圈节距缩短更多，故绕组系数更低。此外，采用二路并联接线，每相两组线圈应头与尾并接。主要应用实例有原(苏)产品 A101—4 型及国产 JK—132—2、JK1—134—2 等高转速中型电动机。

1.10.14 45槽16极 $q<1$ 的不规则双叠绕组布线接线图

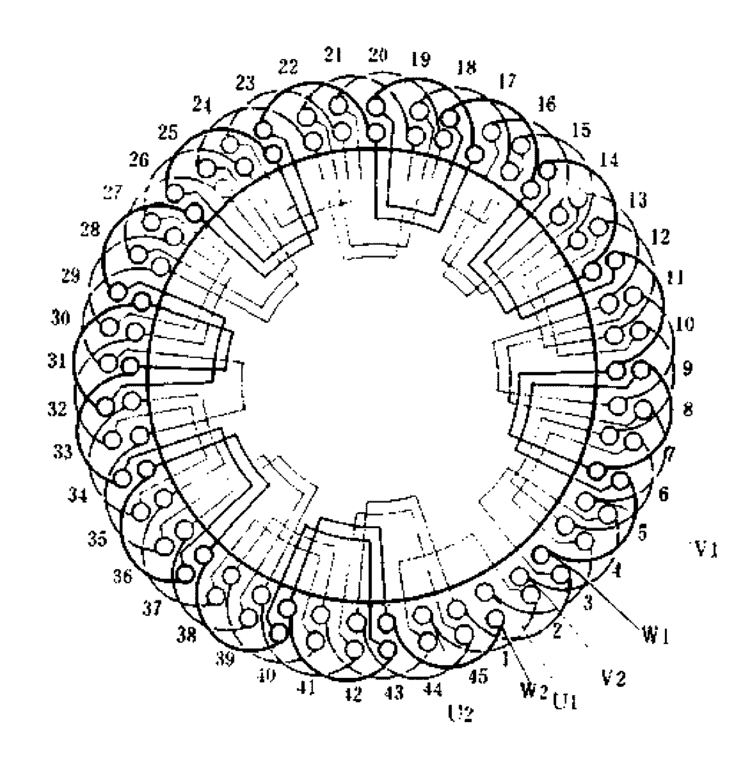


图 1.10.14

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=45$　每组圈数 $S=1$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=16$　极相槽数 $q=15/16$　线圈节距 $Y=1—4$

总线圈数 $Q=45$　绕组极距 $\tau=2^{13}/_{16}$　绕组系数 $K_{dp}=0.996$

线圈组数 $u=45$　每槽电角 $\alpha=64°$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，并用前进式工艺，即嵌好1槽向前推，再嵌1槽再前推，吊边数为3。嵌线顺序见下表：

表 1.10.14　交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	……	83	84	85	86	87	88	89	90
嵌入槽号	下层	1	2	3	4		5		6		7	……		44		45				
	上层					1		2		3		……	40		41		42	43	44	45

3. 绕组特点与应用　本例为显极式与庶极式混合安排双层叠式绕组，每极每相所占槽数 $q=15/16$，它的每相比正常安排的绕组缺一槽，但必须使所缺3槽均布于圆周，故安排U相缺槽在15～16槽之间，V、W相分别在45～1、30～31间，从而保证三相绕组对称分布。此外，绕组虽采用60°相带布线，即同相相邻线圈(组)反向串联，但因每相线圈(组)数小于极数，因此，为使绕组形成足够的极数，特将U相的线圈13～16′与18～21′；V相的28～31′与33～36′；W相的43～1′与3～6′分别改用顺向串接，使之形成庶极，其余均为显极(组间反向串联)接线。这样便可在15(组)线圈中获得16极的不规则布线绕组。此例应用于JG2—52—16辊道电动机。

1.10.15　48 槽 16 极双层链式绕组布线接线图

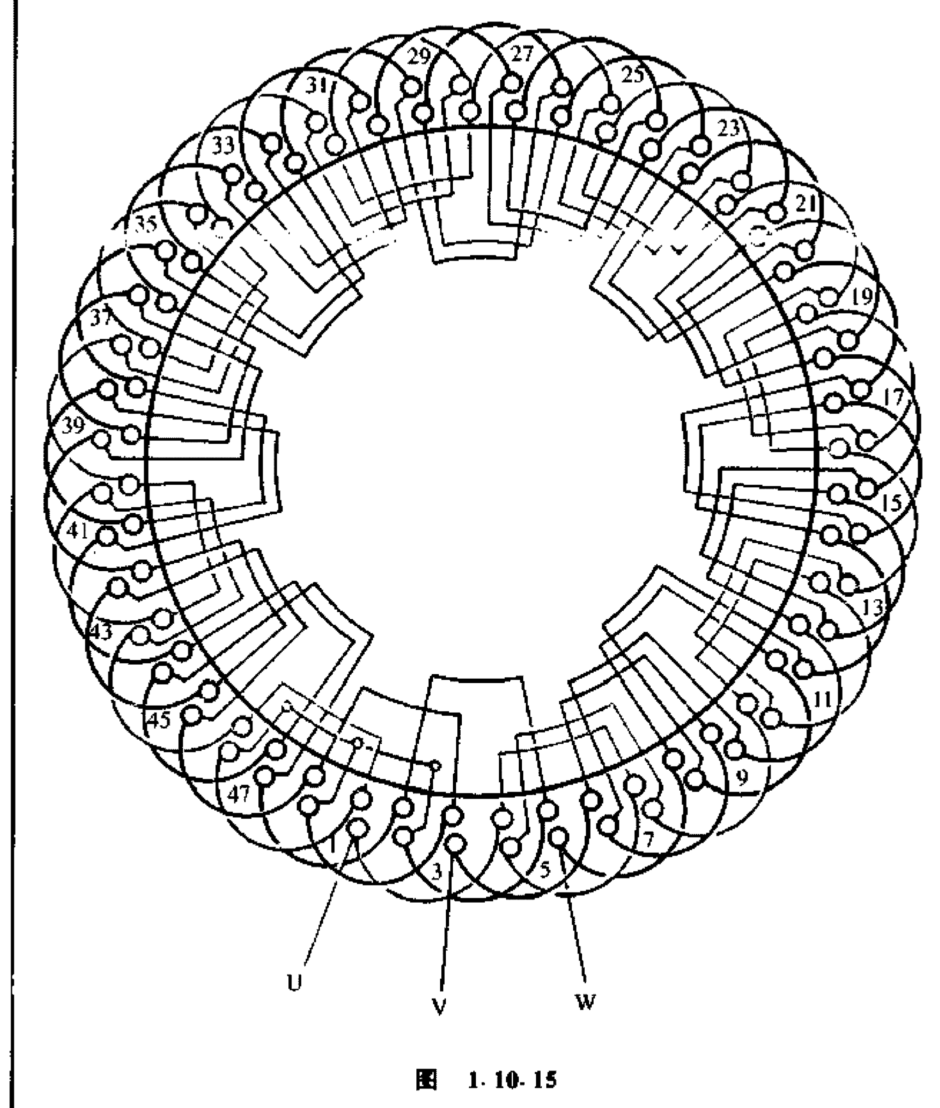


图　1.10.15

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=48$	极相槽数	$q=1$	分布系数	$K_d=1$
电机极数	$2p=16$	绕组极距	$\tau=3$	节距系数	$K_p=1$
总线圈数	$Q=48$	每槽电角	$\alpha=60°$	绕组系数	$K_{dp}=1$
线圈组数	$u=48$	并联路数	$a=1$		
每组圈数	$S=1$	线圈节距	$Y=1—4$		

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 1.10.15　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	1	48	47	46		45		44		43		42		41		40		39
	上层					1		48		47		46		45		44		43	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		38		37		36		……		3		2				
	上层	42		41		40		39	……	7		6		5	4	3	2

3. 绕组特点与应用　　绕组每线圈组仅有一只线圈，是双层叠式绕组的特殊型式。虽然线圈较多，但由于节距较短，交叠嵌线仅吊 3 边，故嵌线不会困难。绕组采用显极布线，即同相相邻线圈必须反极性串联。为减少烦琐的接线，通常将每相 16 只线圈分别连绕，然后按要求嵌人相应槽内。此绕组采丫形连接，故仅引出线 3 根。绕组应用于 YCT 大号的交流测速发电机定子。

第 2 章　三相交流电动机(转子)波绕组布线接线图

三相交流电动机转子绕组有笼型和绕线式两大类。在绕线式转子中，小型转子的绕组几乎包括定子绕组采用的所有型式，其中最常见的有单层链式、单层同心式、单层交叉式以及双层叠式等。大中型绕线式转子则主要采用波式绕组。

波式绕组是由矩形截面的铜导体拉制成型的捍形元件(半个线圈结构，但也可制成软线圈的)，分置于槽的上下层，故属双层布线。两元件之间的连接无需另设连接线，而是通过元件相互焊接连接成波浪形绕组，故称波绕组。目前实际应用有两种型式：一是旧式的双层波绕组，它有较好的电磁性能，引线在转子一端引出，由于出线较多，工艺性较差，容易产生不平衡因素；二是对称换位波绕组，它是较新的绕组型式，没有过渡连线，每相只有首、尾引出线，而且分别从转子两端引出，避免了交叉，故工艺性较好而电磁性能稍差。

波绕组端面模拟画法说明如下：

(1) 转子绕组对应于定子绕组的出线标记为：

相头：K1($U1$)　　L1($V1$)　　M1($W1$)

相尾：K2($U2$)　　L2($V2$)　　M2($W2$)

(2) 波绕组节距分置于转子前后两端，是连接槽内导体有效边的部分，靠近集电环者称前端，另一端为后端。

(3) 绕组表中的上、下是表示线圈有效边所处槽的上、下层次。

(4) 为清晰地表示波绕组的布线和绕行接法，三相绕组分别用黄、绿、红三色画出。

2.1　三相双层波绕组

三相双层波绕组，实用中一般为每槽双有效边布线，但线圈可根据实际情况设计成半圈状的硬线圈或完整的多匝软线圈，而软线圈的节距应以后节距为准。三相引出线共 12 根，其中每相头、尾各一根，绕行支路连接尾线两根；相尾通过铜环连成星点。绕组绕行一周后采用短节距过渡，因此，每相有两组过渡短节距，并分布于转子前端，图中用虚线表示。

1. 绕组参数

(1) 总线圈数 Q　　双层波绕组三相总线圈数等于转子槽数。

(2) 极相组数 u　　是指构成每极相线圈组的总组数。$u=2pm$。

(3) 极相槽数 q　　每极每相占有转子铁心(用槽数表示)的宽度。$q=Z_2/2pm$

(4) 并联路数(即并联支路数)a　　本《图集》全部波绕组采用一路串联，即 $a=1$

(5) 第一节距 Y_1　　线圈端部在转子后端连接两槽有效边所跨槽数，故又称后节距；是多匝软线圈制作时的节距。

(6) 第二节距 Y_2　　在转子前(铜环)端连接两槽有效边所跨槽数，故又称前节距。

(7) 过渡节距 Y_3　　波绕组绕行一周后将回到起始端成为闭合回路，为使绕行能继续，必须将此节距缩短 1 槽作为过渡节距。过渡节距位于转子前端，故又称过渡前距，图中用虚线表示。

2. 绕组排列表　　它是以表格形式来表示绕组分相绕行的线路，绕组排列表也是双层波绕组赖以正确接线的依据。

3. 嵌线方法　　双层波绕组的嵌线有两种：一是交叠嵌线，它只适用于多匝软线圈的波绕组，嵌法与双叠绕组相同。中型以上电机采用硬元件，嵌插入槽后再折弯整形，然后再依图及排列表进行连接。

2.1.1　54槽4极双层波绕组布线接线图

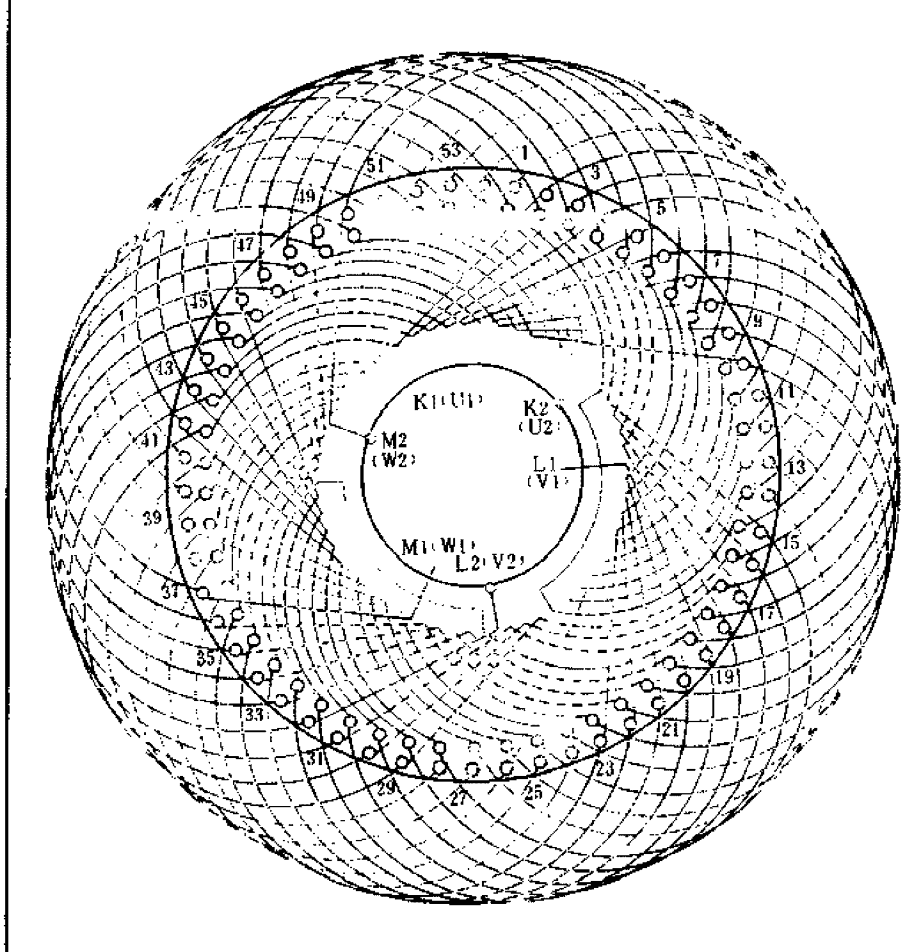


图　2.1.1

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=54$　并联路数 $a=1$　第一节距 $Y_1=1—14$

极相组数 $u=12$　第二节距 $Y_2=1—15$　出线槽号 K1=1　L1=19

极相槽数 $q=4\frac{1}{2}$　过渡节距 $Y_3=1—14$　M1=37　K2=14

L2=32　M2=50

2. 绕组排列表

上　下　上　下　上　下　上　下　上　下　上　下

K1——1—14—28—41—54—13—27—40—53—12—26—39—

52—11—25—38—51—10—24—37——

K2—14—27—41—54—13—26—40—53—12—25—39—52—

11—24—38—51——

L1——19—32—46—5—18—31—45—4—17—30—44—3—

16—29—43—2—15—28—42—1——

L2—32—45—5—18—31—44—4—17—30—43—3—16—

29—42—2—15——

M1——37—50—10—23—36—49—9—22—35—48—8—21—

34—47—7—20—33—46—6—19——

M2—50—9—23—36—49—8—22—35—48—7—21—34—

47—6—20—33——

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	……	50	51	52	53	54
下层槽号	1	2	3	4	5	……	50	51	52	53	54
嵌入次序	55	56	57	58	59	……	104	105	106	107	108
上层槽号	1	54	53	52	51	……	6	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用　　本例为分数槽绕组，布线时前后节距不相等，$2p/3\neq$整数，三相出线对称，电气和机械对称平衡较好。每相前节距中有7只短距元件。主要应用实例有JR114—4电动机等。

2.1.2 54槽6极双层波绕组布线接线图

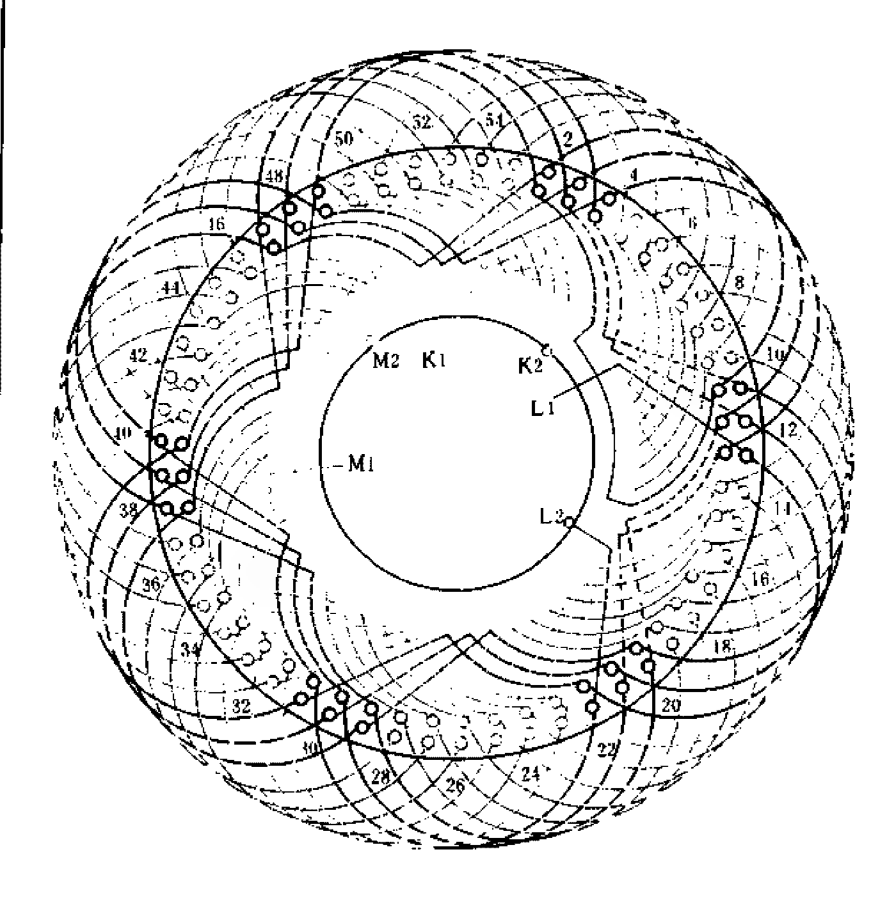


图 2.1.2

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=54$ 并联路数 $a=1$ 过渡节距 $Y_3=1-9$

极相组数 $u=18$ 第一节距 $Y_1=1-10$ 出线槽号 K1=1 L1=13

极相槽数 $q=3$ 第二节距 $Y_2=1-10$ M1=43 K2=10

L2=22 M2=52

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1—1—10—19—28—37—46—54—9—18—27—36—45—
53—8—17—26—35—44—

K2—10—19—28—37—46—1—9—18—27—36—45—54—
8—17—26—35—44—53—

L1—13—22—31—40—49—4—12—21—30—39—48—3—
11—20—29—38—47—2—

L2—22—31—40—49—4—13—21—30—39—48—3—12—
20—29—38—47—2—11—

M1—43—52—7—16—25—34—42—51—6—15—24—33—
41—50—5—14—23—32—

M2—52—7—16—25—34—43—51—6—15—24—33—42—
50—5—14—23—32—41—

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	……	50	51	52	53	54
下层槽号	1	2	3	4	5	……	50	51	52	53	54
嵌入次序	55	56	57	58	59	……	104	105	106	107	108
上层槽号	1	54	53	52	51	……	6	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用　本例为整数槽绕组，$2p/3$=整数，三相出线不对称，绕组达不到机械平衡；前后节距相等，每相用4只短距元件。主要应用实例有JR117—4电动机等。



2.1.3 72槽4极双层波绕组布线接线图

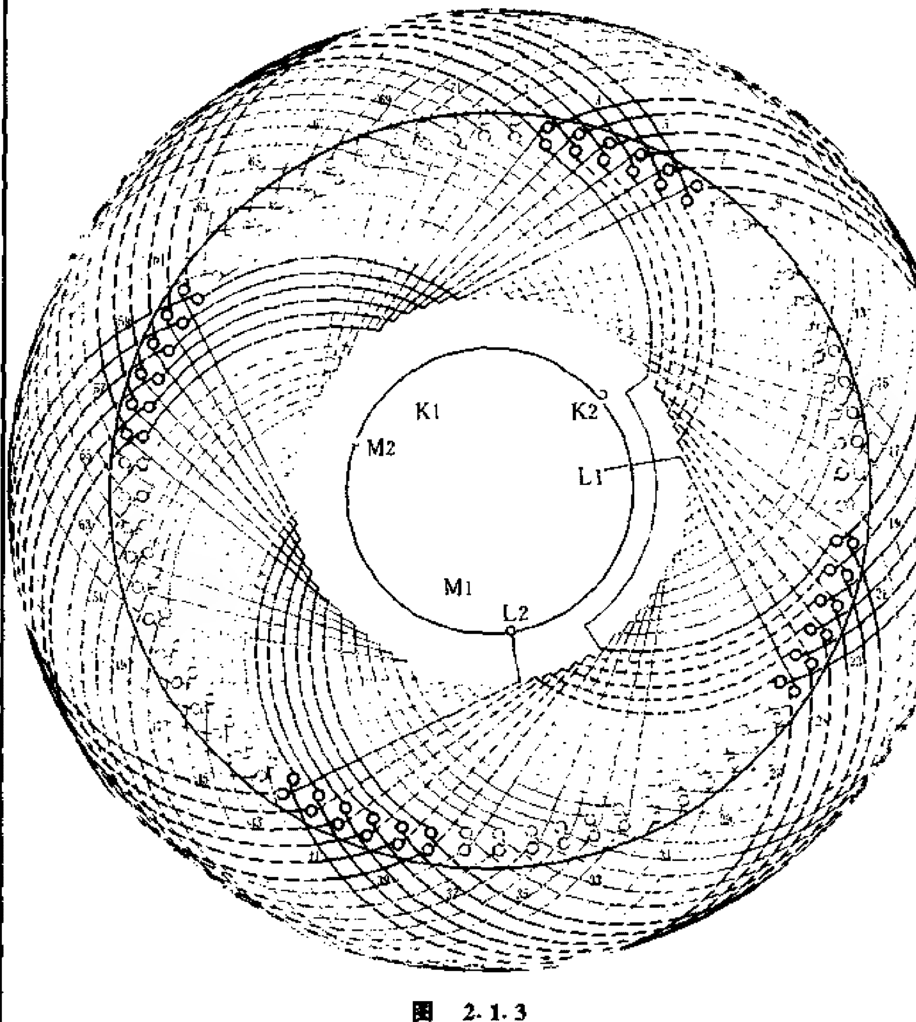


图 2.1.3

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=72$ 并联路数 $a=1$ 过渡节距 $Y_3=1-18$

极相组数 $u=12$ 第一节距 $Y_1=1-19$ 出线槽号 K1=1 L1=25

极相槽数 $q=6$ 第二节距 $Y_2=1-19$ M1=49 K2=19

L2=43 M2=67

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1—1—19—37—55—72—18—36—54—71—17—35—53—

70—16—34—52—69—15—33—51—68—14—32—50—

K2—19—37—55—1—18—36—54—72—17—35—53—71—

16—34—52—70—15—33—51—69—14—32—50—68—

L1—25—43—61—7—24—42—60—6—23—41—59—5—

22—40—58—4—21—39—57—3—20—38—56—2—

L2—43—61—7—25—42—60—6—24—41—59—5—23—

40—58—4—22—39—57—3—21—38—56—2—20—

M1—49—67—13—31—48—66—12—30—47—65—11—29—

46—64—10—28—45—63—9—27—44—62—8—26—

M2—67—13—31—49—66—12—30—48—65—11—29—47—

64—10—28—46—63—9—27—45—62—8—26—44—

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	……	68	69	70	71	72
下层槽号	1	2	3	4	5	……	68	69	70	71	72
嵌入次序	73	74	75	76	77	……	140	141	142	143	144
上层槽号	1	72	71	70	69	……	6	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用　本例 $2p/3\neq$ 整数，三相出线能对称安排，电气和机械对称平衡较好，前后节距相等，每相短距过渡元件数为 10。主要应用实例有 JR158—4 电动机等。

2.1.4 72槽6极双层波绕组布线接线图

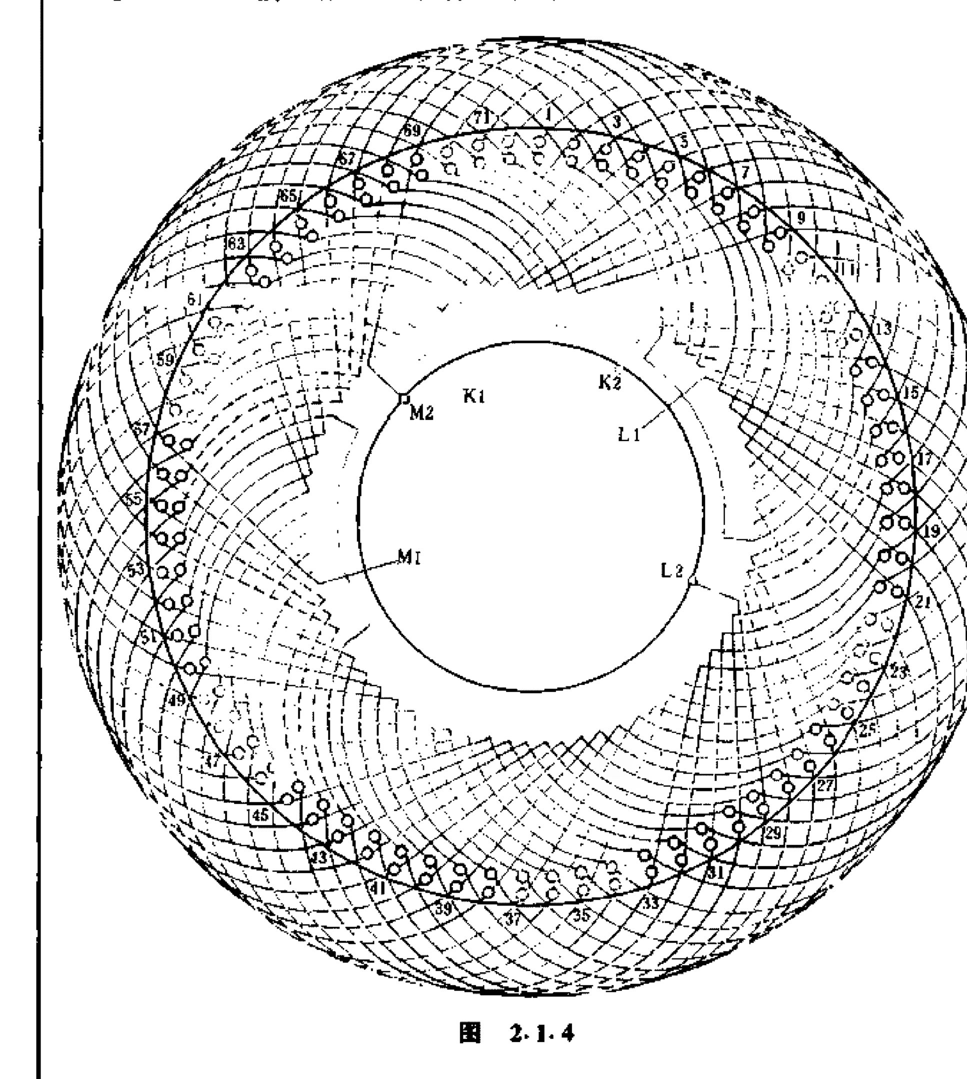


图 2.1.4

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=72$ 并联路数 $a=1$ 过渡节距 $Y_3=1-12$

极相组数 $u=18$ 第一节距 $Y_1=1-13$ 出线槽号 K1=1 L1=17

极相槽数 $q=4$ 第二节距 $Y_2=1-13$ M1=57 K2=13

L2=29 M2=69

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1——1—13—25—37—49—61—72—12—24—36—48—60—

71—11—23—35—47—59—70—10—22—34—46—58—

K2—13—25—37—49—61—1—12—24—36—48—60—72—

11—73—35—47—59—71—10—22—34—46—58—70—

L1——17—29—41—53—65—5—16—28—40—52—64—4—

15—27—39—51—63—3—14—26—38—50—62—2—

L2—29—41—53—65—5—17—28—40—52—64—4—16—

27—39—51—63—3—15—26—38—50—62—2—14—

M1——57—69—9—21—33—45—56—68—8—20—32—44—

55—67—7—19—31—43—54—66—6—18—30—42—

M2—69—9—21—33—45—57—68—8—20—32—44—56—

67—7—19—31—43—55—66—6—18—30—42—54—

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	……	68	69	70	71	72
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	……	68	69	70	71	72
嵌入次序	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	……	140	141	142	143	144
上层槽号	1	72	71	70	69	68	67	66	65	64	……	6	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用　　本例 $2p/3$=整数，三相出线无法对称安排，不能达到机械平衡；前后节距相等并采用6只短距元件。主要应用实例有JR116—4电动机等。

2.1.5 75槽10极双层波绕组布线接线图

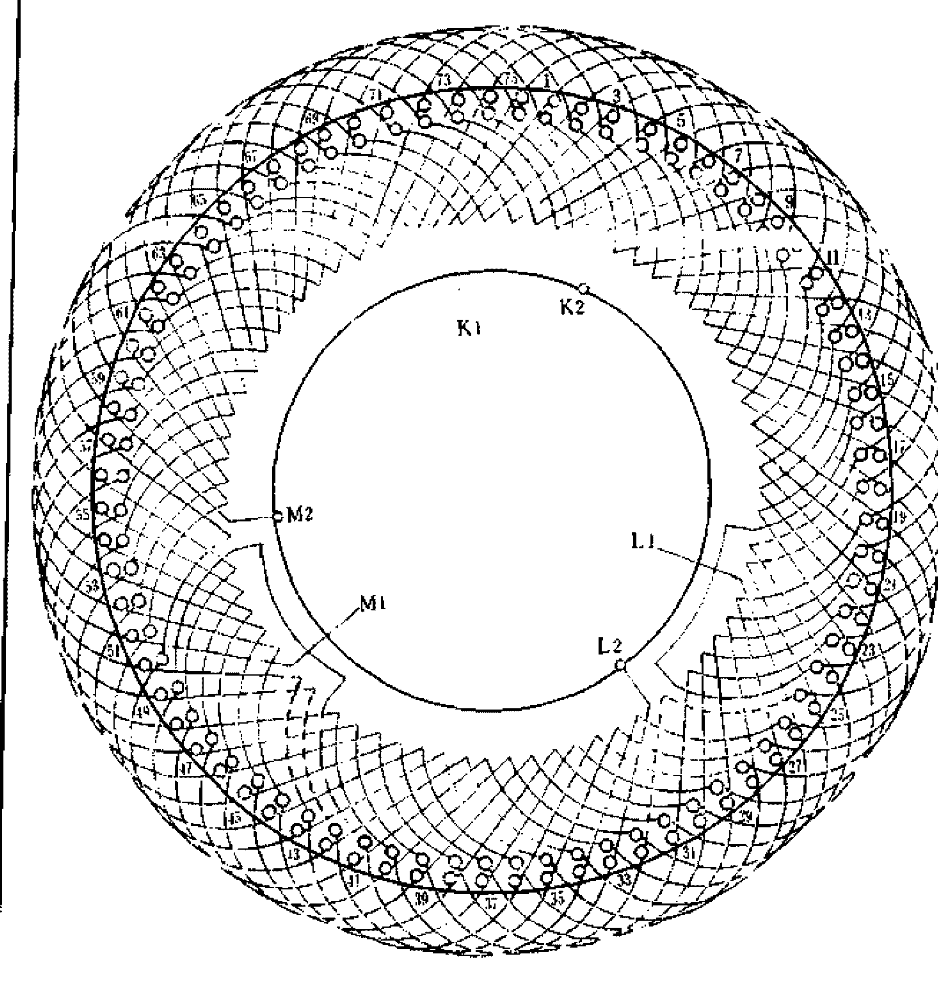


图 2.1.5

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=75$ 并联路数 $a=1$ 过渡节距 $Y_3=1-8$

极相组数 $u=30$ 第一节距 $Y_1=1-8$ 出线槽号 K1=1 L1=26

极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$ 第二节距 $Y_2=1-9$ M1=51 K2=8

L2=33 M2=58

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1——1—8—16—23—31—38—46—53—61—68—75—7—

15—22—30—37—45—52—60—67—74—6—14—21—

29—36—44—51—59—66—

K2—8—15—23—30—38—45—53—60—68—75—7—14—

22—29—37—44—52—59—67—74—

L1——26—33—41—48—56—63—71—3—11—18—25—32—

40—47—55—62—70—2—10—17—24—31—39—46—

54—61—69—1—9—16—

L2—33—40—48—55—63—70—3—10—18—25—32—39—

47—54—62—69—2—9—17—24—

M1——51—58—66—73—6—13—21—28—36—43—50—57—

65—72—5—12—20—27—35—42—49—56—64—71—

4—11—19—26—34—41—

M2—58—65—73—5—13—20—28—35—43—50—57—64—

72—4—12—19—27—34—12—49—

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	……	72	73	74	75
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	……	72	73	74	75

嵌入次序	76	77	78	79	80	81	82	……	146	147	148	149	150
上层槽号	1	75	74	73	72	71	70	……	6	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用　本例为分数槽绕组，前后节距采用不等距轮换布线，每相有3只短距线圈。$2p/3\neq$整数，三相出线可满足电气和机械对称平衡。主要应用实例有JR115—10等绕线转子三相异步电动机。

2.1.6 81 槽 6 极双层波绕组布线接线图

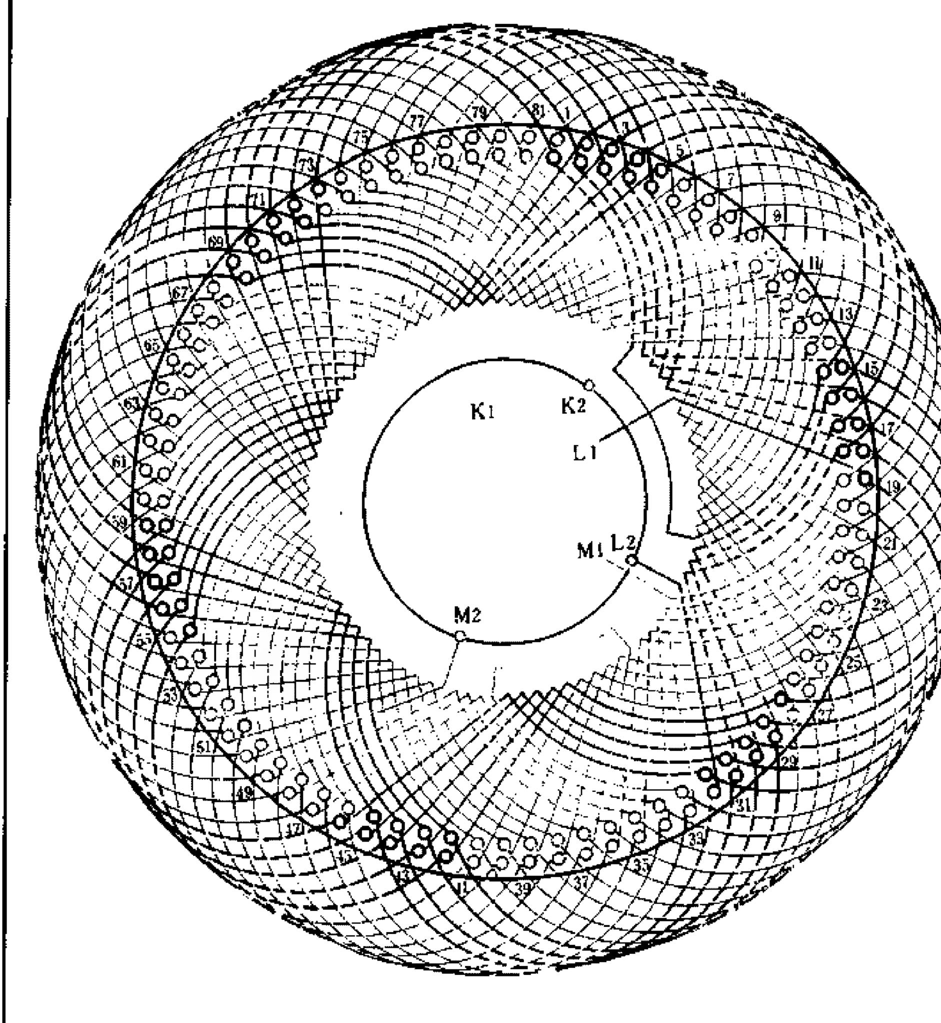


图 2.1.6

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=81$ 并联路数 $a=1$ 过渡节距 $Y_3=1—14$

极相组数 $u=18$ 第一节距 $Y_1=1—14$ 出线槽号 K1=1 L1=19

极相槽数 $q=4\frac{1}{2}$ 第二节距 $Y_2=1—15$ M1=37 K2=14

L2=32 M2=50

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1——1—14—28—41—55—68—81—13—27—40—54—67—
80—12—26—39—53—66—79—11—25—38—52—65—
78—10—24—37—51—64——
K2—14—27—41—54—68—81—13—26—40—53—67—80—
12—25—39—52—66—79—11—24—38—51—65—78—
L1——19—32—46—59—73—5—18—31—45—58—72—4—
17—30—44—57—71—3—16—29—43—56—70—2—
15—28—42—55—69—1——
L2—32—45—59—72—5—18—31—44—58—71—4—17—
30—43—57—70—3—16—29—42—56—69—2—15—
M1——37—50—64—77—10—23—36—49—63—79—9—22—
35—48—62—75—8—21—34—47—61—74—7—20—
33—46—60—73—6—19——
M2—50—63—77—9—23—36—49—62—76—8—22—35—
48—61—75—7—21—34—47—60—74—6—20—33—

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	……	78	79	80	81
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	……	78	79	80	81
嵌入次序	82	83	84	85	86	87	88	……	159	160	161	162
上层槽号	1	81	80	79	78	77	76	……	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用　绕组系分数槽布线，前后节距采用不等距轮换，每相有 7 只短距元件。三相出线无法对称分布，机械平衡较差。主要应用实例有 JRQ148—6 等电动机。

2.1.7 84槽8极双层波绕组布线接线图

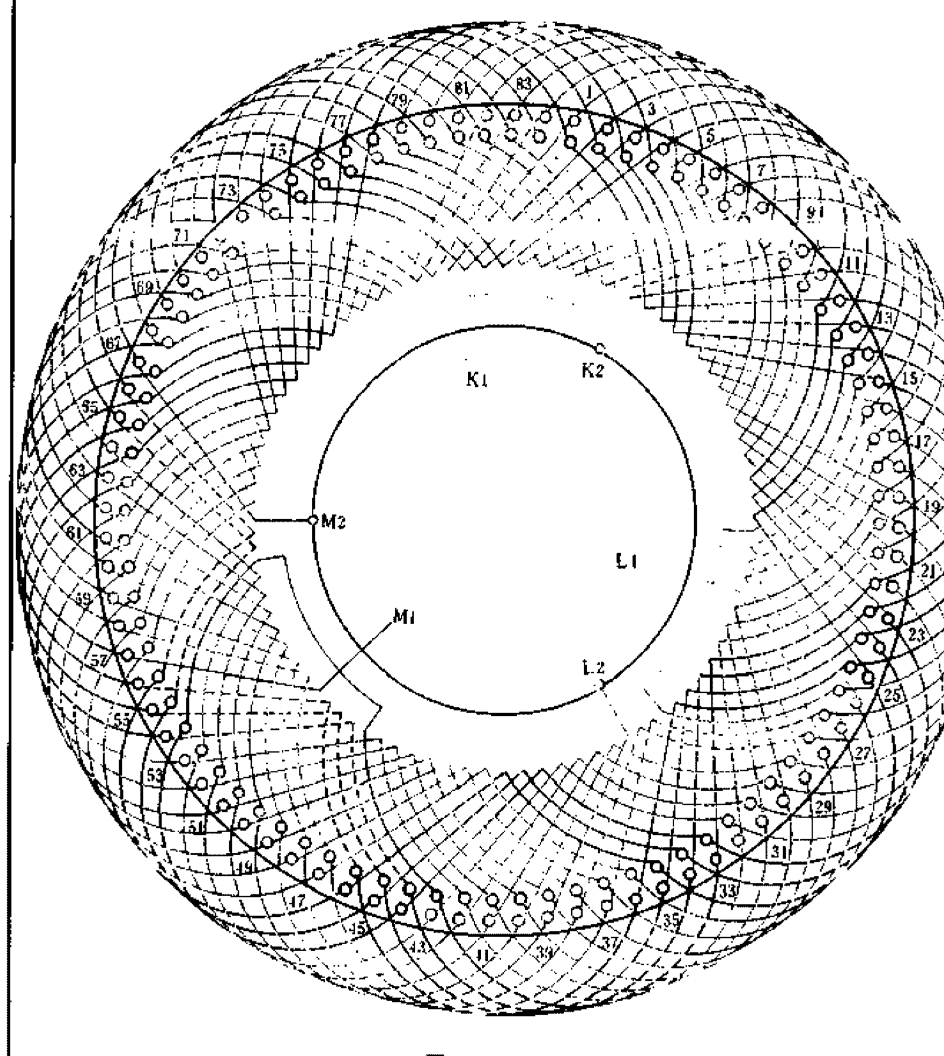


图 2.1.7

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=84$ 并联路数 $a=1$ 过渡节距 $Y_3=1—11$

极相组数 $u=24$ 第一节距 $Y_1=1—11$ 出线槽号 K1=1 L1=29

极相槽数 $q=3\frac{1}{2}$ 第二节距 $Y_2=1—12$ M1=57 K2=11

L2=39 M2=67

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1——1—11—22—32—43—53—64—74—84—10—21—31—

42 52 63 73 83 9 20 30 41 51 62 72

82—8—19—29—40—50—61—71——

K2—11—21—32—42—53—63—74—84—10—20—31—41—

52—62—73—83—9—19—30—40—51—61—72—82—

L1——29—39—50—60—71—81—8—18—28—38—49—59—

70—80—7—17—27—37—48—58—69—79—6—16—

26—36—47—57—68—78—5—15——

L2—39—49—60—70—81—7—18—28—38—48—59—69—

80—6—17—27—37—46—58—68—79—5—16—26—

M1——57—67—78—4—15—25—36—46—56—66—77—3—

14—24—35—45—55—65—76—2—13—23—34—44—

54—64—75—1—12—22—33—43——

M2—67—77—4—14—25—35—46—56—66—76—3—13—

24—34—45—55—65—75—2—12—23—33—44—54—

3. 嵌线顺序表

嵌人次序	1	2	3	4	5	6	7	8	……	81	82	83	84
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	……	81	82	83	84
嵌人次序	85	86	87	88	89	90	91	92	……	165	166	167	168
上层槽号	1	84	83	82	81	80	79	78	……	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用　本例采用分数槽方案，每极相采用不等距轮换，故形成3、4线圈交替布线，每相用5只短距线圈；$2p/3\neq$整数，三相出线可达到电气和机械对称平衡。主要应用实例有JR115—8等电动机。

2.1.8 90槽6极双层波绕组布线接线图

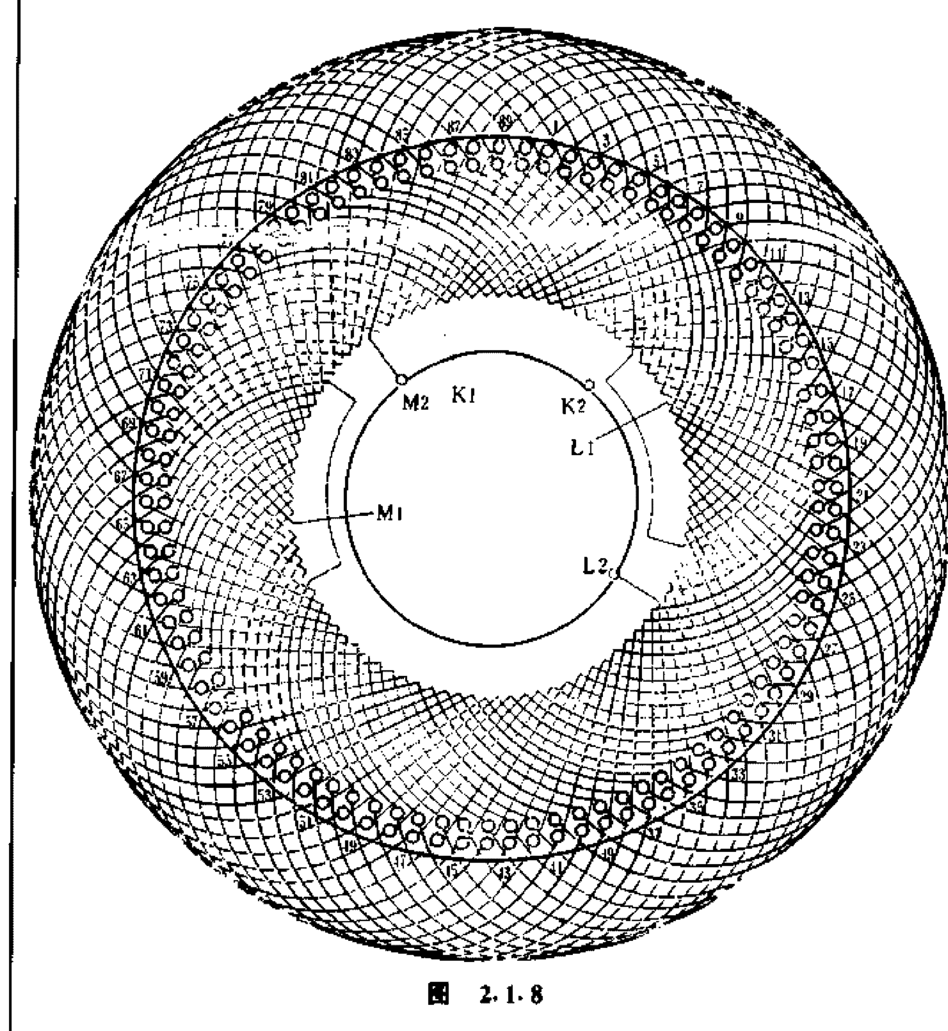


图 2.1.8

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=90$ 并联路数 $a=1$ 过渡节距 $Y_3=1—15$

极相组数 $u=18$ 第一节距 $Y_1=1—16$ 出线槽号 K1=1 L1=21

极相槽数 $q=5$ 第二节距 $Y_2=1—16$ M1=71 K2=16

L2=36 M2=86

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1——1 —16—31—46—61—76—90—15—30—45—60—75—
89—14—29—44—59—74—88—13—28—43—58—73—
87—12—27—42—57—72

K2—16—31—46—61—76—1 —15—30—45—60—75—90 —
14—29—44—59—74—89—13—28—43—58—73—88 —
12—27—42—57—72—87

L1——21—36—51—66—81—6 —20—35—50—65—80—5 —
19—34—49—64—79—4 —18—33—48—63—78—3 —
17—32—47—62—77—2

L2—36—51—66—81—6 —21—35—50—65—80—5 —20 —
34—49—64—79—4 —19—33—48—63—78—3 —18 —
32—47—62—77—2 —17

M1——71—86—11—26—41—56—70—85—10—25—40—55—
69—84—9 —24—39—54—68—83—8 —23—38—53—
67—82—7 —22—37—52

M2—86—11—26—41—56—71—85—10—25—40—55—70 —
84—9 —24—39—54—69—83—8 —23—38—53—68 —
82—7 —22—37—52—67

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	87	88	89	90
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	87	88	89	90
嵌入次序	91	92	93	94	95	96	97	98	99	……	177	178	179	180
上层槽号	1	90	89	88	87	86	85	84	83	……	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用 绕组为整数槽方案，前后节距相等，但三相出线无法安排对称，不能满足机械平衡要求。每相前距有8只短距线圈。主要应用实例有JR136—6等电动机。

2.1.9 96槽8极双层波绕组布线接线图

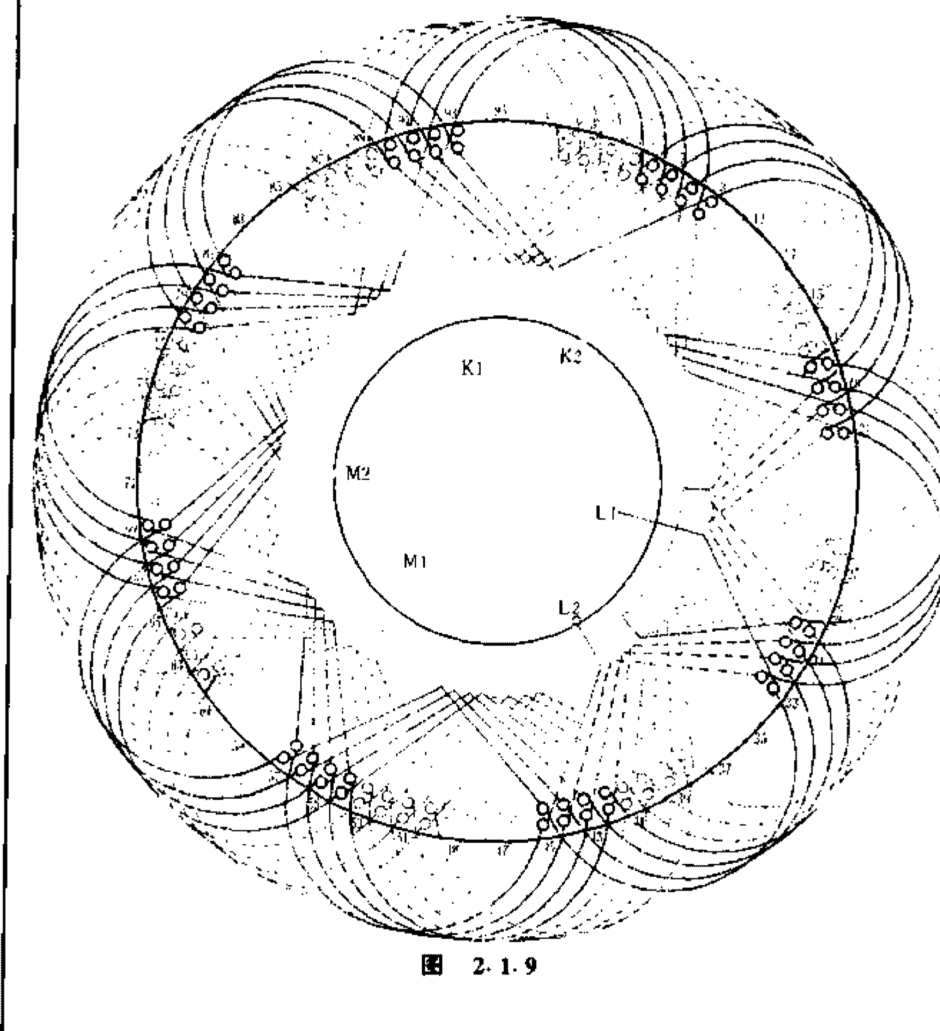


图 2.1.9

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=96$ 并联路数 $a=1$ 过渡节距 $Y_3=1—12$

极相组数 $u=24$ 第一节距 $Y_1=1—13$ 出线槽号 K1=1 L1=33

极相槽数 $q=4$ 第二节距 $Y_2=1—13$ M1=65 K2=13

L2=45 M2=77

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1——1—13—25—37—49—61—73—85—96—12—24—36—
48—60—72—84—95—11—23—35—47—59—71—83
94—10—22—34—46—58—70—82——

K2—13—25—37—49—61—73—85—1—12—24—36—48—
60—72—84—96—11—23—35—47—59—71—83—95—
10—22—34—46—58—70—82—94——

L1——33—45—57—69—81—93—9—21—32—44—56—68—
80—92—8—20—31—43—55—67—79—91—7—19—
30—42—54—66—78—90—6—18——

L2—45—57—69—81—93—9—21—33—44—56—68—80—
92—8—20—32—43—55—67—79—91—7—19—31—
42—54—66—78—90—6—18—30——

M1——65—77—89—5—17—29—41—53—64—76—88—4—
16—28—40—52—63—75—87—3—15—27—39—51
62—74—86—2—14—26—38—50——

M2—77—89—5—17—29—41—53—65—76—88—4—16—
28—40—52—64—75—87—3—15—27—39—51—63—
74—86—2—14—26—38—50—62——

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	93	94	95	96
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	93	94	95	96
嵌入次序	97	98	99	100	101	102	103	104	105	……	189	190	191	192
上层槽号	1	96	95	94	93	92	91	90	89	……	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用 本例 $2p/3\neq$整数，三相出线可对称、能同时获得电气和机械平衡。每相有6只短距线圈，前后节距相等。主要应用有JR136—8等绕线转子异步电动机。

2.1.10 108 槽 12 极双层波绕组布线接线图

图 2.1.10

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=108$ 并联路数 $a=1$ 过渡节距 $Y_t=1$ 9

极相组数 $u=36$ 第一节距 $Y_1=1—10$ 出线槽号 K1=1 L1=31

极相槽数 $q=3$ 第二节距 $Y_2=1—10$ M1=79 K2=10

L2=40 M2=88

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1—1—10—19—28—37—46—55—64—73—82—91—100

108 9 18 27 36 45 54 63 72 81 90 99

107—8—17—26—35—44—53—62—71—80—89—98—

K2—10—19—28—37—46—55—64 73—82—91—100 1—

9—18—27—36—45—54—63—72—81—90—99—108—

8—17—26—35—44—53—62—71—80—89—98—107—

L1—31—40—49—58—67—76—85—94—103 4—13—22—

31—39—48—57—66—75—84—93—102—3—12 21—

29—38—47—56—65—74—83—92—101—2—11—20—

L2—40—49—58—67—76—85—94—103—4—13—22—31—

39—48—57—66—75—84—93—102—3—12 21—30—

38—47—56—65—74—83—92—101—2—11—20—29—

M1—79—88—97—106—7—16—25—34—43—52—61—70—

78 87—96 105—6 15—24—33—42 51 60—69

77—86—95 104 5—14—23—32—41—50—59—68

M2—88 97—106—7—16—25—34—43—52—61—70—79—

87 96 105 6—15 24—33—42—51 60 69 78—

86 95—104—5 14—23 32—41—50—59—68 77

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	……	104	105	106	107	108
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	……	104	105	106	107	108
嵌入次序	109	110	111	112	113	114	115	116	……	212	213	214	215	216
上层槽号	1	108	107	106	105	104	103	102	……	6	5	4	3	2

4. 绕组特点与应用　本例为整数槽绕组，三相出线不对称，机械平衡性差，每相有 4 只短距线圈。主要实例有 JRQ158 12 等电动机。

2.2 三相对称换位波绕组

三相对称换位波绕组是根据双层波绕组改进而来，它将绕行支路连接尾线省去，并推前一槽在槽内交换连接；本节图中的换位槽用着色画出。

对称换位与普通波绕组的区分是现场检修必须掌握的，否则工作就无法进行。通常可根据如下外部特征去辨别：

(1) 双层波绕组出线在单边，而换位波绕组分别在转子两端出线；

(2) 换位波绕组前端仅有 3 根出线并分别与 3 铜环相接，后端则接成环形星点；双层波绕组除在前端出 6 根线分别接入铜环和连接成星点外，还有三相连接线；

(3) 换位波绕组后端突起座每相要少 3 块；

(4) 换位波绕组每相少一元件线圈，故上层和下层各有 3 槽缺空上、下层铜导体，而以其它绝缘物代替充填。

因此，对称换位波绕组具有如下特点：

(1) 每相少一线圈，并可省去 3 根连接线、3 个突起座的材料及其焊接工艺；

(2) 转子端部减少接线可降低风摩损耗，并从工艺上减少机械不平衡因素；

(3) 放置及制作换位元件费工耗时；

(4) 绕行线路缩短后，转子阻抗减少而使电流略有增加。

所以，目前绕线型转子中，两种型式的绕组并行使用。

1. 绕组参数　波绕组采用换位元件后，为了完成绕行，除在前端使用过渡节距连接外，后端也要使用过渡节距，因此，当每极相槽数 $q\neq$ 整数时，绕组便出现 4 种节距并用。

(1) 第一节距 Y_1　又称后节距。是指转子输出轴(非集电环)端的线圈(元件)连接两槽有效边的节距；也是多匝线圈的节距。

(2) 第二节距 Y_2　是转子集电环端连接两槽有效边的节距，又称前节距。

(3) 过渡前距 Y_3　它相当于双层波绕组的过渡节距，是前(第二)节距中的缩短节距，$Y_3=Y_2-1$，图中用虚线表示。

(4) 过渡后距 Y_4　绕组绕行一周后，为继续换位绕行而人为地将(第一)后节距缩短而过渡连接，故称过渡后距，$Y_4=Y_1-1$，图中用虚线表示。

(5) 换位槽　对称换位波绕组每相两支路的连接是通过槽内的特殊换位元件进行的，即将元件从上(下)层进入后，换接到下(上)层抽出，换位元件所在的槽称之换位槽，又可称“翻层槽”。图中用上下层着色连接件表示。

(6) 出线槽　对称换位波绕组三相出线 K1、L1、M1 位于转子前端上层；星点出线 K2、L2、M2 位于后端下层，两种出线槽号相同。

2. 绕组排列表　它是绕组排列和接线的依据。

3. 嵌线方法　小型电机多匝线圈宜用交叠法嵌线；硬元件绕组则将下层边穿插入槽后整形，再把上层边插入，并按图、表对接。

2.2.1　54 槽 4 极对称换位波绕组布线接线图

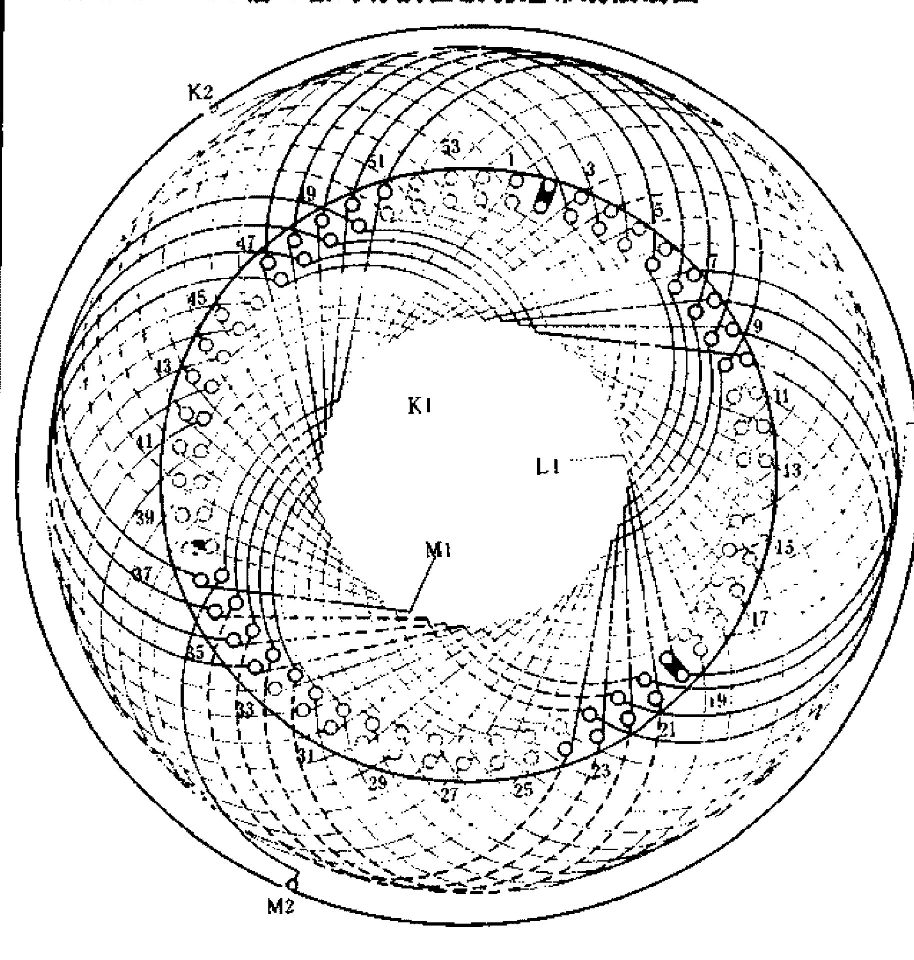


图　2.2.1

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=51$　第一节距 $Y_1=1—14$　过渡后距 $Y_4=1—13$

极相组数 $u=12$　第二节距 $Y_2=1—15$　出线槽号 K=1　L=19　M=37

极相槽数 $q=4\frac{1}{2}$　过渡前距 $Y_3=1—14$　换位槽号 $K_o=38$　$L_o=2$　$M_o=20$

2. 绕组排列表

上　下　上　下　上　下　上　下　上　下　上　下

K1—1—14—28—41—54—13—27—40—53—12—26—39—
52—11—25—(38)—24—11—51—39—25—12—52—
40—26—13—53—41—27—14—54—42—28—15—1——K2

L1—19—32—46—5—18—31—45—4—17—30—44—3—
16—29—43—(2)—42—29—15—3—43—30—16—
4—44—31—17—5—45—32—18—6—46—33—19——L2

M1—37—50—10—23—36—49—9—22—35—48—8—21—
34—47—7—(20)—6—47—33—21—7—48—34—
22—8—49—35—23—9—50—36—24—10—51—37——M2

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
下层槽号	1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
下层槽号	19	⑳	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入次序	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
下层槽号	37	㊳	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54

嵌入次序	55	56	57	58	59	……	101	102	103	104	105
上层槽号	1	54	53	52	51	……	7	6	5	4	3

注：带圈槽号嵌入换位元件

4. 绕组特点与应用　本例为分数槽绕组，前后节距采用不等距布线，三相绕组出线槽分布对称，故有较好的电气和机械对称平衡。主要应用于 JR114—4 等绕线转子异步电动机。

2.2.2　54槽6极对称换位波绕组布线接线图

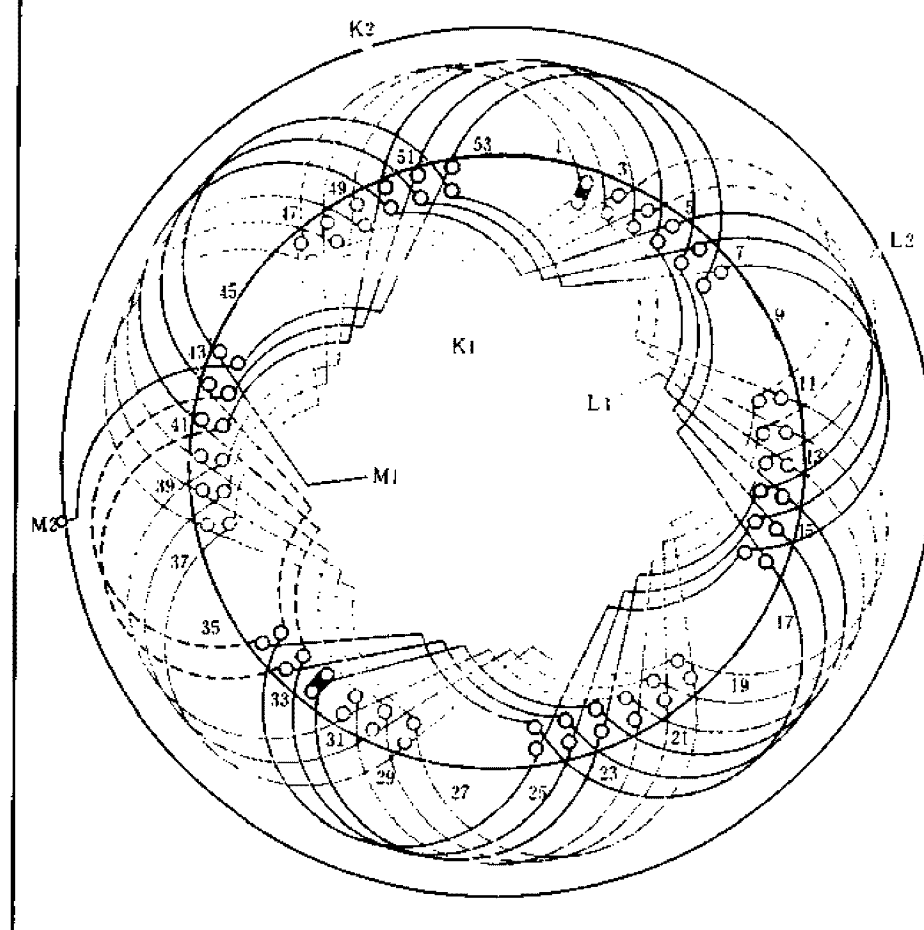


图　2.2.2

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=51$ 第一节距 $Y_1=1—10$ 过渡后距 $Y_4=1—9$

极相组数 $u=18$ 第二节距 $Y_2=1—10$ 出线槽号 K=1　L=13　M=43

极相槽数 $q=3$　过渡前距 $Y_3=1—9$　换位槽号 $K_o=44$　$L_o=2$　$M_o=32$

2. 绕组排列表

上　下　上　下　上　下　上　下　上　下　上　下

K1—1—10—19—28—37—46—54—9—18—27—36—45—

53—8—17—26—35—(44)—35—26—17—8—53—

45—36—27—18—9—54—46—37—28—19—10—1—K2

L1—13—22—31—40—49—4—12—21—30—39—48—3—

11—20—29—38—47—(2)—47—38—29—20—11—

3—48—39—30—21—12—4—49—40—31—22—13—L2

M1—43—52—7—16—25—34—42—51—6—15—24—33—

41—50—5—14—23—(32)—23—14—5—50—41—

33—24—15—6—51—42—34—25—16—7—52—43—M2

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
下层槽号	1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

嵌入次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
下层槽号	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	㉜	33	34	35	36

嵌入次序	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
下层槽号	37	38	39	40	41	42	43	㊹	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54

嵌入次序	55	56	57	58	59	60	……	101	102	103	104	105
上层槽号	1	54	53	52	51	50	……	7	6	5	4	3

注：带圈槽号嵌入换位元件

4. 绕组特点与应用　　本例为整数槽绕组，且 $2p/3=$ 整数，三相出线不能安排成几何对称分布，故不能满足机械对称平衡要求。只能待试验时借助配重块进行调整。每相前后节距中分别有2只短距元件。主要应用实例有JR117—6三相绕线转子异步电动机等转子绕组。

2.2.3 72 槽 4 极对称换位波绕组布线接线图

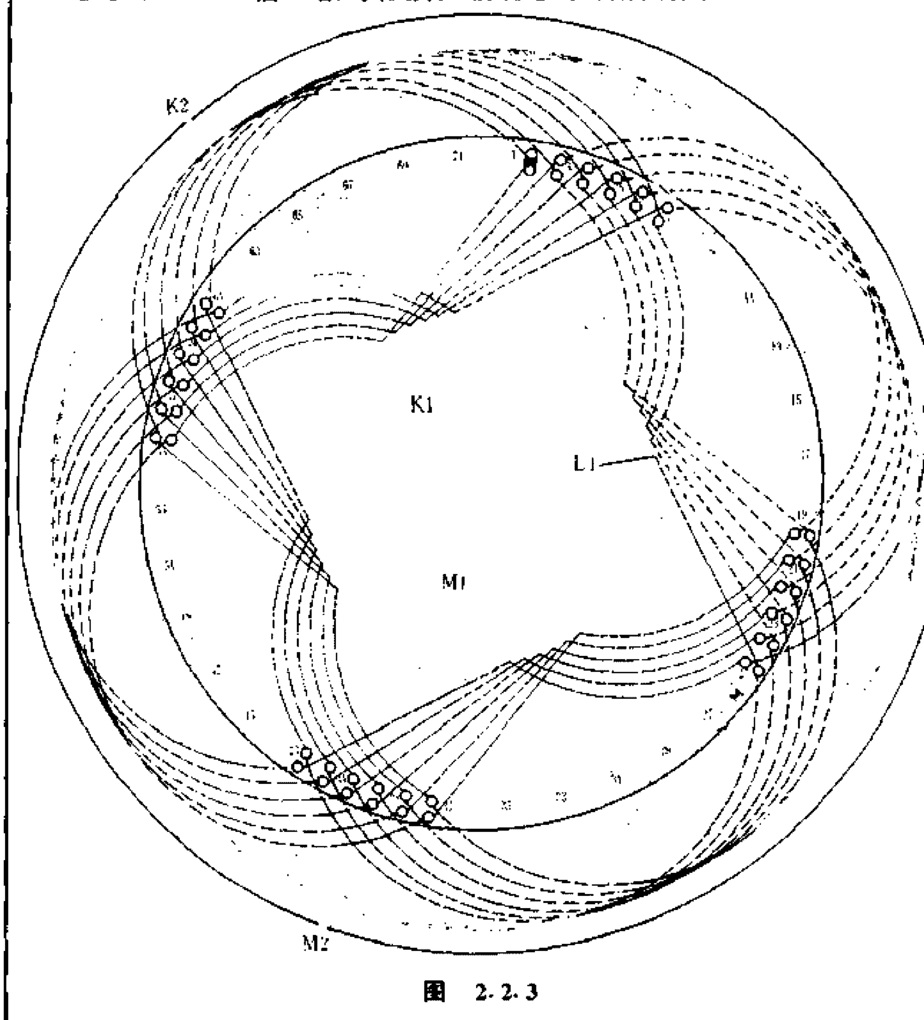


图 2.2.3

1. 绕组参数

总线圈数 Q=69 第一节距 Y_1=1—19 过渡后距 Y_t=1—18

极相组数 u=12 第二节距 Y_2=1—19 出线槽号 K=1 L=25 M=49

极相槽数 q=6 过渡前距 Y_3=1—18 换位槽号 K_o=50 L_o=2 M_o=26

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1—1—19—37—55—72—18—36—54—71—17—35—53—
70—16—34—52—69—15—33—51—68—14—32—
(50)—32—14—68—51—33—15—69—52—34—
16—70—53—35—17—71—54—36—18—72—15—37—
19—1 ———————————— K2

L1—25—43—61—7—24—42—60—6—23—41—59—5
22—40—58—4—21—39—57—3—20—38—56—
(2) 56 38 20 3 57 39 21 4 58
40—22—5—59—41—23—6—60—42—24—7—61—
43—25 ———————————— L2

M1—49—67—13—31—48—66—12—30—47—65—11—29—
46—64—10—28—45—63—9—27—44—62—8—
(26)—8—62—44—27—9—63—45—28—10—
64—46—29—11—65—47—30—12—66—48—31—13—
67—49 ———————————— M2

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
下层槽号	1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入次序	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
下层槽号	25	㉖	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入次序	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
下层槽号	49	㊿	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

嵌入次序	73	74	75	76	77	78	79	80	81	137	138	139	140	141	
上层槽号	1	72	71	70	69	68	67	66	65	7	6	5	4	3	

注：带圈槽号嵌入换位元件。

4. 绕组特点与应用　本例为整数槽绕组，但 $2p/3\neq$整数，故三相能同时获得电气和机械对称平衡；每相在转子两端均有 5 只短距线圈。主要应用实例有 JRQ158—4 等电动机。

2.2.4　72 槽 6 极对称换位波绕组布线接线图

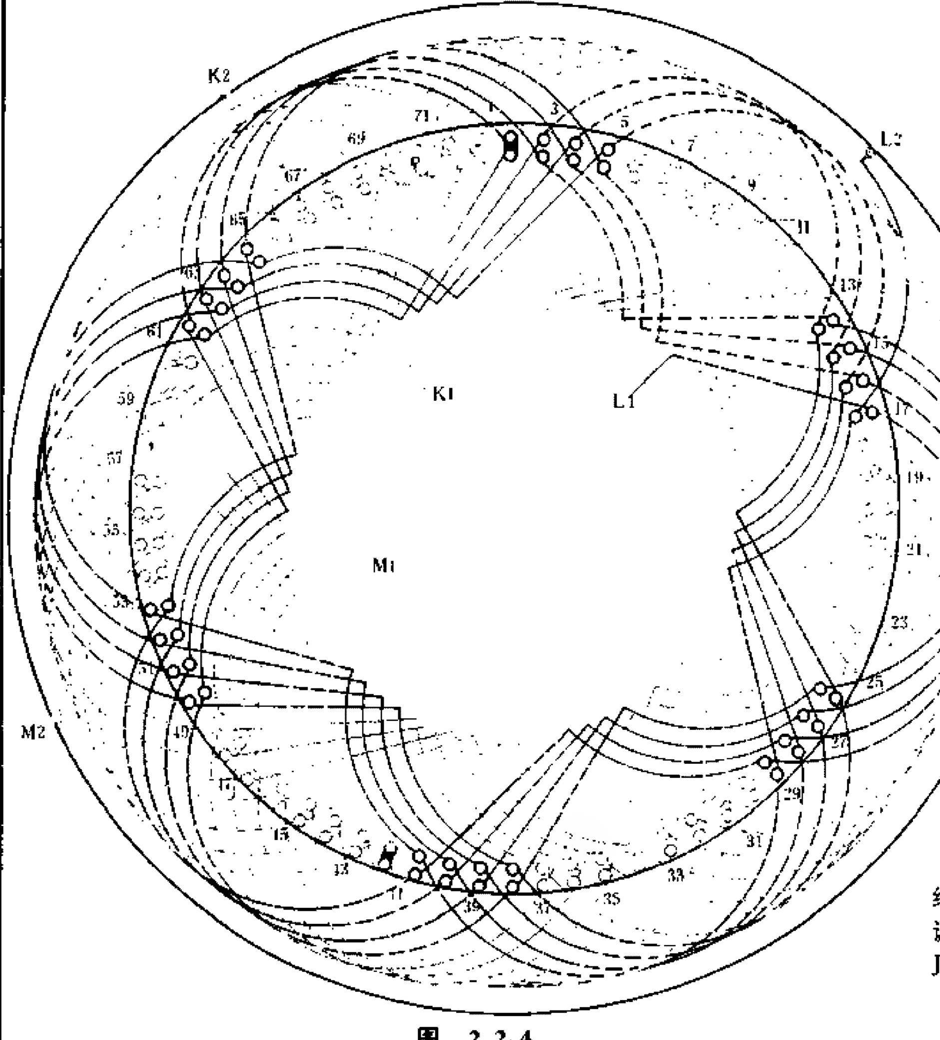


图　2.2.4

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=69$　第一节距 $Y_1=1—13$　过渡后距 $Y_4=1$　12

极相组数 $u=18$　第二节距 $Y_2=1—13$　出线槽号 K=1　L=17　M=57

极相槽数 $q=4$　过渡前距 $Y_3=1—12$　换位槽号 $K_o=58$　$L_o=2$　$M_o=42$

2. 绕组排列表

上　下　上　下　上　下　上　下　上　下　上　下

K1　1—13　25　37　49　61　72　12　24　36　48　60

71—11　23—35　47　49　70　10　22　34　46

(58)—46—34—22—10—70—59—47—35—23—

11—71—60—48—36—24—12　72　61—49　37　25—

13—1 ———————————————— K2

L1—17—29—41—53—65—5—16—28—40—52—64—4—

15—27—39—51—63—3—14—26—38—50—62—

(2)—62—50—38　26　14　3—63—51　39

27　15　4　64　52　10　28　16　5　65　53　11

29—17 ———————————————— L2

M1　57　69—9—21—33—45—56—68—8—20—32—44—

55—67—7—19　31—43　54—66—6—18—30

(42)—30—18—6—66—54—43—31—19—7—

67—55—44—32—20—8—68—56—45—33—21—9—

69—57 ———————————————— M2

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	……	24
下层槽号	1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	……	24
嵌入次序	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	……	48
下层槽号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	(42)	43	……	48
嵌入次序	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	……	72
下层槽号	49	50	51	52	53	54	55	56	57	(58)	59	60	61	62	63	64	65	66	67	……	72

嵌入次序	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	……	140	141
上层槽号	1	72	71	70	69	68	67	66	65	64	……	4	3

注：带圈槽号嵌入换位元件。

4. 绕组特点与应用　本例为整数槽绕组，且 $2p/3=$ 整数，三相出线无法满足几何对称要求，故不能达到机械平衡，要待试验时用配重方法调整其动平衡。每相前后节距中均有 2 只短距元件。主要应用实例有 JR116—6 等电动机。

2.2.5　75 槽 10 极对称换位波绕组布线接线图

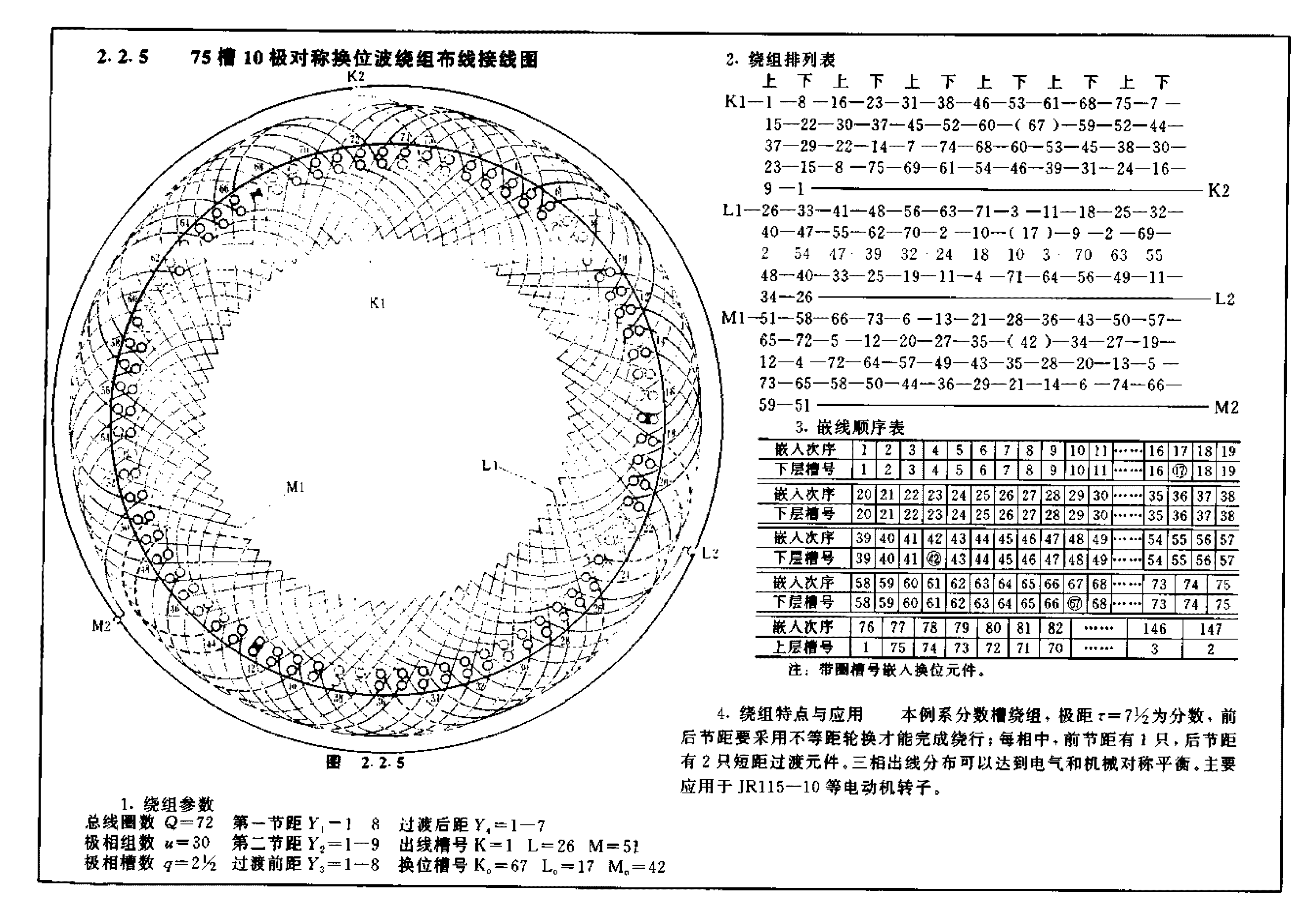


图　2.2.5

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=72$　第一节距 $Y_1=1—8$　过渡后距 $Y_4=1—7$
极相组数 $u=30$　第二节距 $Y_2=1—9$　出线槽号 K=1　L=26　M=51
极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$　过渡前距 $Y_3=1—8$　换位槽号 $K_0=67$　$L_0=17$　$M_0=42$

2. 绕组排列表

上　下　上　下　上　下　上　下　上　下　上　下
K1—1—8—16—23—31—38—46—53—61—68—75—7—
15—22—30—37—45—52—60—(67)—59—52—44—
37—29—22—14—7—74—68—60—53—45—38—30—
23—15—8—75—69—61—54—46—39—31—24—16—
9—1 ———————————————— K2
L1—26—33—41—48—56—63—71—3—11—18—25—32—
40—47—55—62—70—2—10—(17)—9—2—69—
2　54　47　39　32　24　18　10　3　70　63　55
48—40—33—25—19—11—4—71—64—56—49—11—
34—26 ———————————————— L2
M1—51—58—66—73—6—13—21—28—36—43—50—57—
65—72—5—12—20—27—35—(42)—34—27—19—
12—4—72—64—57—49—43—35—28—20—13—5—
73—65—58—50—44—36—29—21—14—6—74—66—
59—51 ———————————————— M2

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	……	16	17	18	19
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	……	16	⑰	18	19
嵌入次序	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	……	35	36	37	38
下层槽号	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	……	35	36	37	38
嵌入次序	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	……	54	55	56	57
下层槽号	39	40	41	㊷	43	44	45	46	47	48	49	……	54	55	56	57
嵌入次序	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	……	73	74	75	
下层槽号	58	59	60	61	62	63	64	65	66	(67)	68	……	73	74	75	

嵌入次序	76	77	78	79	80	81	82	……	146	147
上层槽号	1	75	74	73	72	71	70	……	3	2

注：带圈槽号嵌入换位元件。

4. 绕组特点与应用　　本例系分数槽绕组，极距 $\tau=7\frac{1}{2}$ 为分数，前后节距要采用不等距轮换才能完成绕行；每相中，前节距有 1 只，后节距有 2 只短距过渡元件。三相出线分布可以达到电气和机械对称平衡。主要应用于 JR115—10 等电动机转子。

2.2.6　81 槽 6 极对称换位波绕组布线接线图

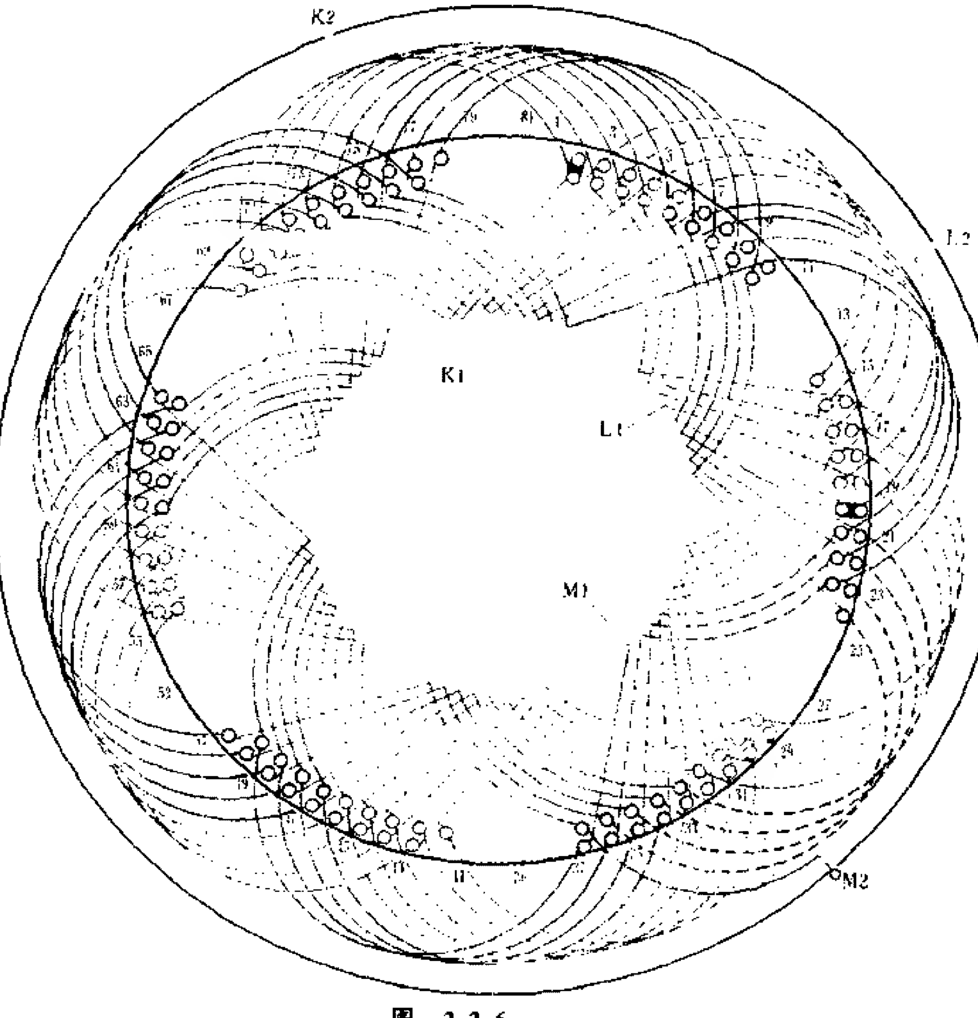


图　2.2.6

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=78$　第一节距 $Y_1=1—14$　过渡后距 $Y_1=1—13$

极相组数 $u=18$　第二节距 $Y_2=1—15$　出线槽号 K=1　L=19　M=37

极相槽数 $q=4\frac{1}{2}$　过渡前距 $Y_1=1—14$　换位槽号 $K_o=65$　$L_o=2$　$M_o=20$

2. 绕组排列表

上　下　上　下　上　下　上　下　上　下　上　下

K1　1　14　28　41　55　68　81　13　27　40　54　67

80—12　26　39—53—66　79　11　25　38　52

(65)—51—38—24—11—78—66—52—39—25—

12　79　67　53　40　26　13　80　68　54　41—27—

14　81　69　55　42　28　15　1 ——————————— K2

L1—19—32—46—59—73—5—18—31—45—58—72—4—

17—30　44—57—71—3—16—29—43—56—70—

(2)　69　56　42　29　15　3　70　57　43

30　16　4　71　58　44　31　17　3　72　59　45

32—18—6—73—60—46—33—19 ——————————— L2

M1—37—50—64—77—10—23—36—49—63　76—9—22—

35　48　62　75　8　21　34　47　61　47　7

(20)　6　74　60—47　33　21　7　75　61

48—34—22—8—76—62—49—35—23—9—77—63—

50—36—24—10—78—64—51—37 ——————————— M2

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
下层槽号	1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入次序	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
下层槽号	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入次序	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
下层槽号	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	53	56	57	58	59	60	61	62	63
嵌入次序	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81			
下层槽号	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81			

嵌入次序	82	83	84	85	86	87	88	……	155	156	157	158	159
上层槽号	1	81	80	79	78	77	76	……	7	6	5	4	3

注：带圈槽号嵌入换位元件。

4. 绕组特点与应用　本例为分数槽绕组，每相前节距有3只，后节距有4只短距过渡元件。前后节距采用不等距轮换布线，三相出线无法对称安排，故绕组不能满足机械平衡要求。主要应用实例有JRQ148—6等防护式三相绕线转子电动机。

2.2.7　84 槽 8 极对称换位波绕组布线接线图

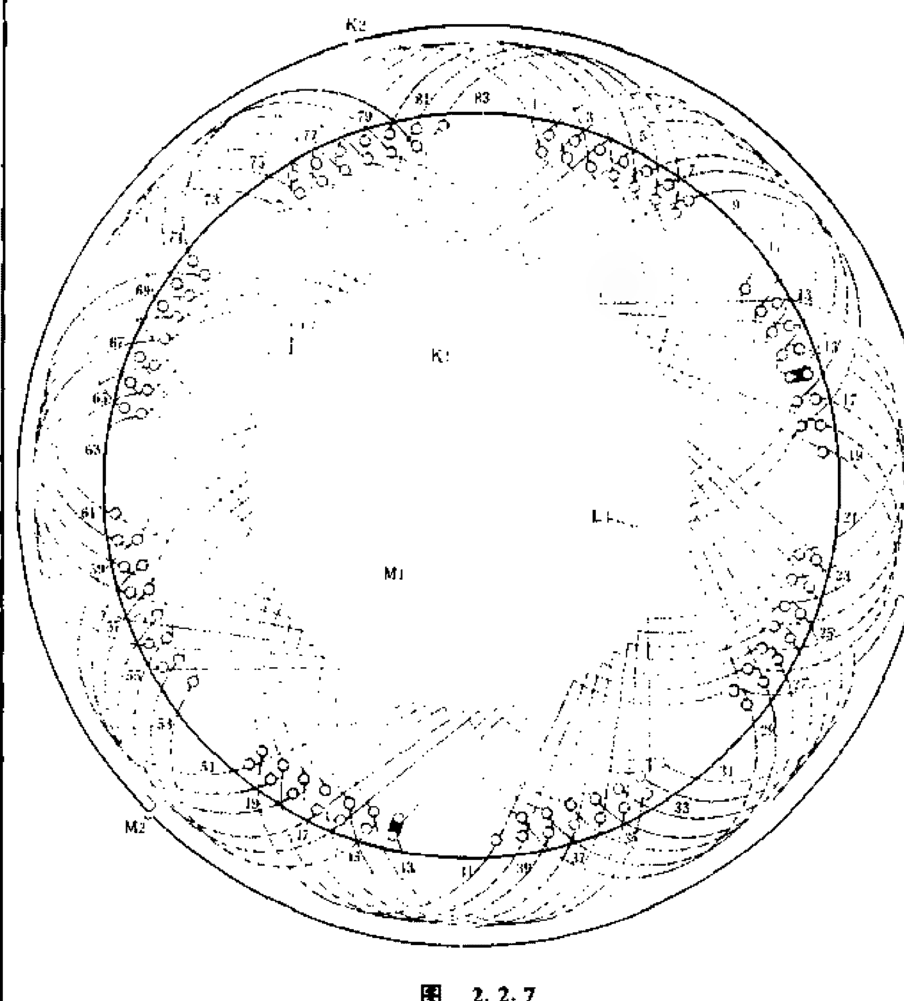


图　2.2.7

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=81$　第一节距 $Y_1=1-11$　过渡后距 $Y_4=1-10$

极相组数 $u=24$　第二节距 $Y_2=1-12$　出线槽号 K=1　L=29　M=57

极相槽数 $q=3\frac{1}{2}$　过渡前距 $Y_3=1-11$　换位槽号 $K_o=72$　$L_o=16$　$M_o=44$

2. 绕组排列表

上　下　上　下　上　下　上　下　上　下　上　下

K1—1—11—22—32—43—53—64—74—84—10—21—31—
42—52—63—73—83—9—20—30—41—51—62—
(72)—61—51—40—30—19—9—82—73—62—
52—41—31—20—10—83—74—63—53—42—32—21—
11—84—75—64—54—43—33—22—12—1 ———— K2

L1—29—39—50—60—71—81—8—18—28—38—49—59—
70—80—7—17—27—37—48—58—69—79—6—
(16)　5　79　68　58　47　37　26　17　6
80—69—59—48—38—27—18—7—81—70—60—49—
39—28—19—8—82—71—61—50—40—29 ———— L2

M1—57—67—78—4—15—25—36—46—56—66—77—3—
14—24—35—45—55—65—76—2—13—23—34—
(44)—33—23—12—2—75—65—54—45—34—
24—13—3—76—66—55—46—35—25—14—4—77—
67—56—47—36—26—15—5—78—68—57 ———— M2

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	(16)	17	18	19	20	21
嵌入次序	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
下层槽号	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入次序	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
下层槽号	43	(44)	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
嵌入次序	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
下层槽号	64	65	66	67	68	69	70	71	(72)	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84

嵌入次序	85	86	87	88	89	90	91	92	……	161	162	163	164	165
上层槽号	1	84	83	82	81	80	79	78	……	6	5	4	3	2

注：带圈槽号嵌入换位元件。

4. 绕组特点与应用　本例为分数槽绕组，前后节距采用不等距轮换布线，每相前后节距中分别有 2 只和 3 只短距过渡元件；三相出线可对称分布，能满足电气和机械平衡要求。主要应用实例有 JR115－8 绕线转子。

2.2.8 90槽6极对称换位波绕组布线接线图

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=87$ 第一节距 $Y_1=1—16$ 过渡后距 $Y_4=1—15$

极相组数 $u=18$ 第二节距 $Y_2=1—16$ 出线槽号 K=1 L=21 M=71

极相槽数 $q=5$ 过渡前距 $Y_3=1—15$ 换位槽号 $K_o=72$ $L_o=2$ $M_o=52$

2. 绕组排列表

上 下 上 下 上 下 上 下 上 下 上 下

K1—1—16—31—46—61—76—90—15—30—45—60—75—
89—14—29—44—59—74—88—13—28—43—58—73—
87—12—27—42—57—(72)—57—42—27—12—87—
73 58 43 28 13 88 71 59 44 29 14 89
75—60—45—30—15—90—76—61—46—31—16—1——K2

L1—21—36—51—66—81—6—20—35—50—65—80—5—
19—34—49—64—79—4—18—33—48—63—78—3—
17—32—47—62—77—(2)—77—62—47—32—17—
3—78—63—48—33—18—4—79—64—49—34—19—
5—80—65—50—35—20—6—81—66—51—36—21——L2

M1— 71—86—11—26—41—56—70—85—10—25—40—55—
69—84—9—24—39—54—68—83—8—23—38—53—
67—82—7—22—37—(52)—37—22—7—82—67—
53—38—23—8—83—68—54—39—24—9—84—69—
55—40—25—10—85—70—56—41—26—11—86—71——M2

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
下层槽号	1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入次序	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	……			47	48
下层槽号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	……			47	48
嵌入次序	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	……			71	72
下层槽号	49	50	51	(52)	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	……			71	(72)
嵌入次序	73	74	75	76	77	78	79	80	81	……			85	86	87	88	89	90						
下层槽号	73	74	75	76	77	78	79	80	81	……			85	86	87	88	89	90						

嵌入次序	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	……	175	176	177
上层槽号	1	90	89	88	87	86	85	84	83	82	……	5	4	3

注：带圈槽号嵌入换位元件。

图 2.2.8

4. 绕组特点与应用　本例为整数槽绕组，前后正常节距相等，但 $2p/3$=整数，故三相出线仍无法对称安排，不能达到电气和机械同时平衡，需在试验时用配重调整动平衡。此外，每相前后节距中分别用4只短距元件过渡连接。主要应用实例有JR136—6等三相绕线转子异步电动机转子。

2.2.9　96 槽 8 极对称换位波绕组布线接线图

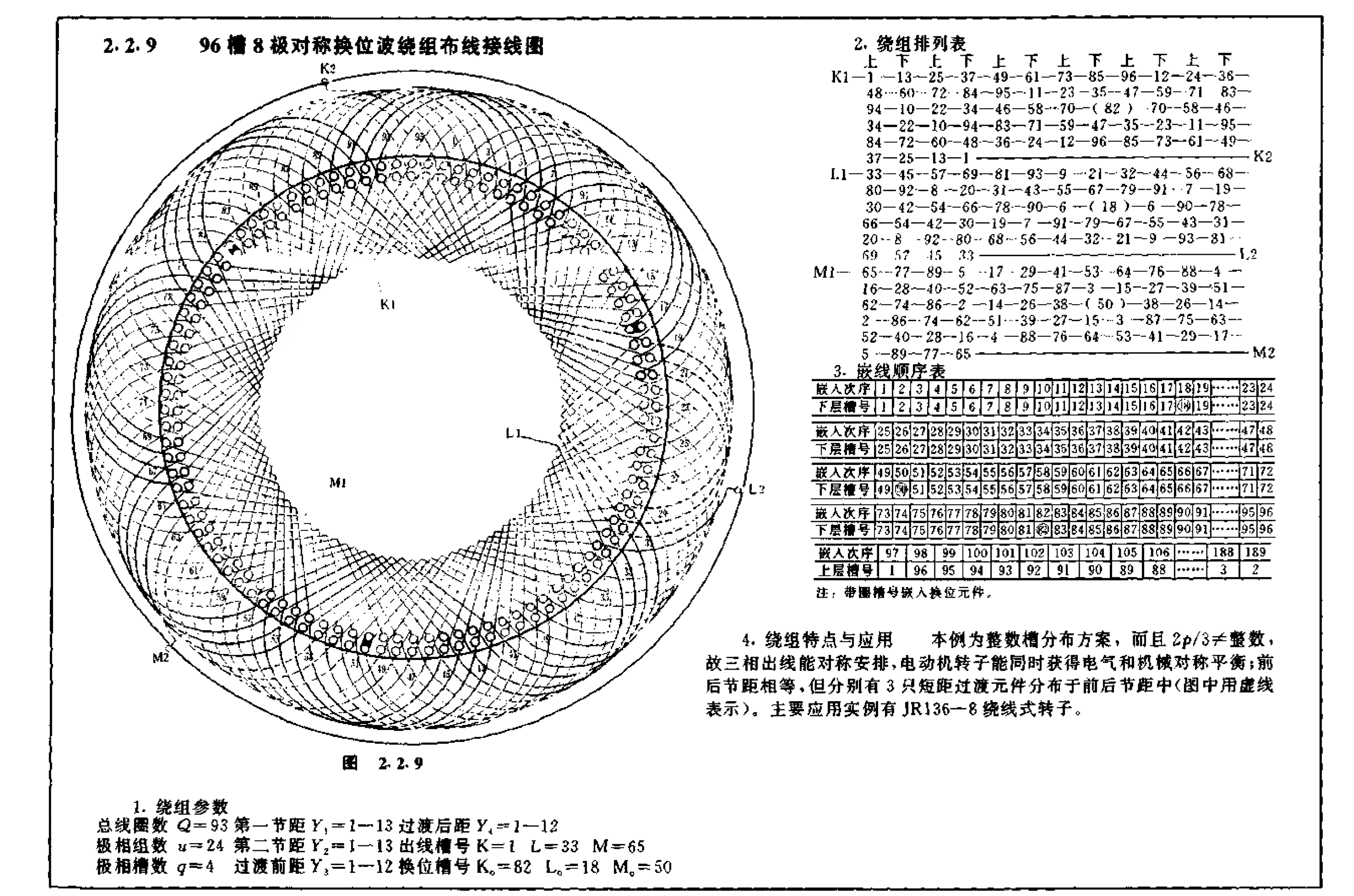


图　2.2.9

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=93$ 第一节距 $Y_1=1—13$ 过渡后距 $Y_4=1—12$
极相组数 $u=24$ 第二节距 $Y_2=1—13$ 出线槽号 K=1　L=33　M=65
极相槽数 $q=4$　过渡前距 $Y_3=1—12$ 换位槽号 $K_0=82$　$L_0=18$　$M_0=50$

2. 绕组排列表

上　下　上　下　上　下　上　下　上　下　上　下
K1—1—13—25—37—49—61—73—85—96—12—24—36—
48—60—72—84—95—11—23—35—47—59—71　83—
94—10—22—34—46—58—70—(82)—70—58—46—
34—22—10—94—83—71—59—47—35—23—11—95—
84—72—60—48—36—24—12—96—85—73—61—49—
37—25—13—1 ———————————— K2
L1—33—45—57—69—81—93—9—21—32—44—56—68—
80—92—8—20—31—43—55—67—79—91—7—19—
30—42—54—66—78—90—6—(18)—6—90—78—
66—54—42—30—19—7—91—79—67—55—43—31—
20—8—92—80—68—56—44—32—21—9—93—81—
69　57　45　33 ———————————— L2
M1— 65—77—89—5—17—29—41—53—64—76—88—4—
16—28—40—52—63—75—87—3—15—27—39—51—
62—74—86—2—14—26—38—(50)—38—26—14—
2—86—74—62—51—39—27—15—3—87—75—63—
52—40—28—16—4—88—76—64—53—41—29—17—
5—89—77—65 ———————————— M2

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	……	23	24
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	(18)	19	……	23	24

嵌入次序	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	……	47	48
下层槽号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	……	47	48

嵌入次序	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	……	71	72
下层槽号	49	(50)	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	……	71	72

嵌入次序	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	……	95	96
下层槽号	73	74	75	76	77	78	79	80	81	(82)	83	84	85	86	87	88	89	90	91	……	95	96

嵌入次序	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	……	188	189
上层槽号	1	96	95	94	93	92	91	90	89	88	……	3	2

注：带圈槽号嵌入换位元件。

4. 绕组特点与应用　　本例为整数槽分布方案，而且 $2p/3\neq$ 整数，故三相出线能对称安排，电动机转子能同时获得电气和机械对称平衡；前后节距相等，但分别有 3 只短距过渡元件分布于前后节距中(图中用虚线表示)。主要应用实例有 JR136—8 绕线式转子。

2.2.10　108槽12极对称换位波绕组布线接线图

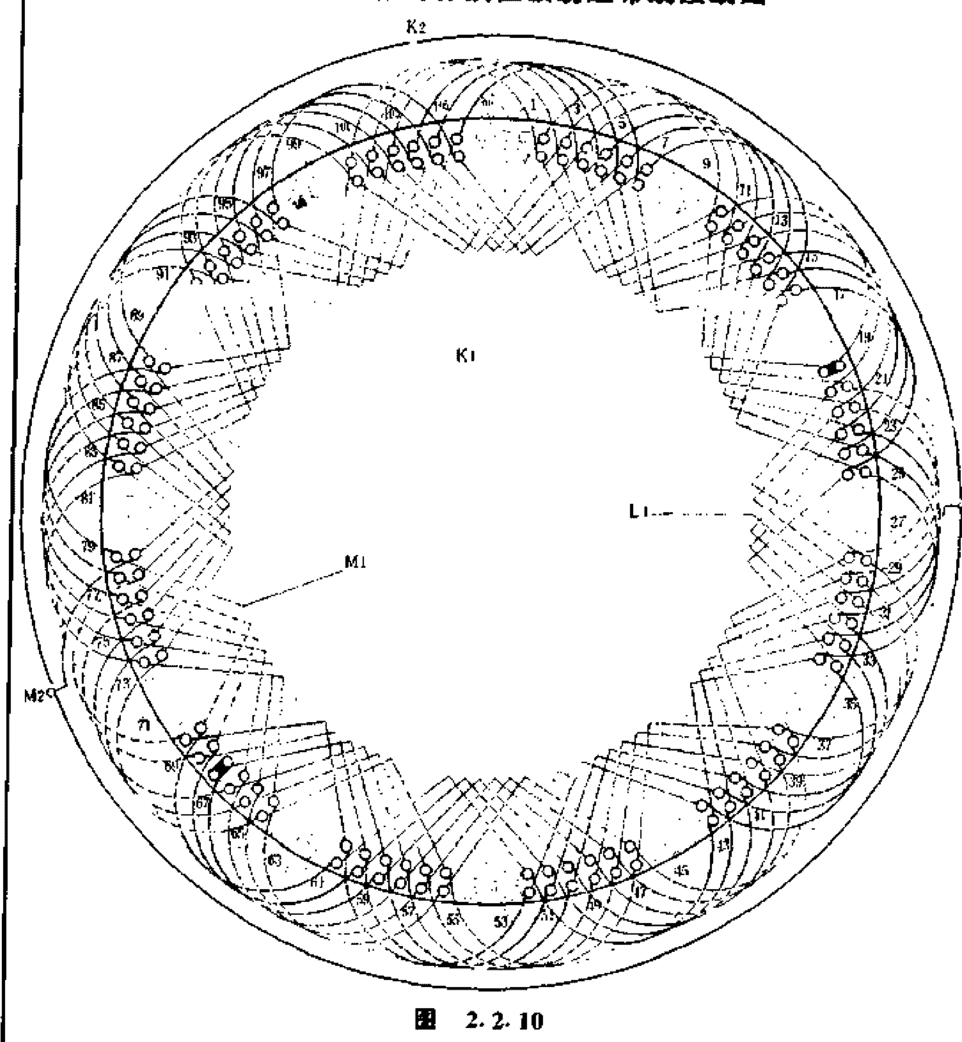


图　2.2.10

1. 绕组参数

总线圈数 $Q=105$　第一节距 $Y_1=1—10$　过渡后距 $Y_4=1—9$

极相组数 $u=36$　第二节距 $Y_2=1—10$　出线槽号 K=1　L=31　M=79

极相槽数 $q=3$　过渡前距 $Y_3=1—9$　换位槽号 $K_0=98$　$L_0=20$　$M_0=68$

2. 绕组排列表

```
     上   下   上   下   上   下   上   下   上   下   上   下
K1—1 —10—19—28—37—46—55—64—73—82—91—100—
   108—9 —18—27—36—45—54—63—72—81—90  99—
   107—8 —17—26—35—44—53—62—71—80—89—
      ( 98 )—89—80—71—62—53—44—35—26—17—
   8 —107—99—90—81—72—63—54—45—36—27—18—
   9 —108—100—91—82—73—64—55—46—37—28—19—
   10—1 ———————————————————————————————— K2
L1—31—40—49—58—67—76—85—94—103—4 —13—22—
   30—39—48—57—66—75—84—93—102—3 —12—21—
   29—38—47—56—65—74—83—92—101—2 —11—
      ( 20 )  11  2  101  92  83  74  65  56  47
   38—29—21—12—3 —102—93—84—75—66—57—48—
   39—30—22—13—4 —103—94—85—76—67—58—49—
   40—31 ——————————————————————————————— L2
M1— 79—88—97—106—7 —16—25—34—43—52—61—70—
    78—87—96—105—6 —15—24—33—42—51—60—69—
    77—86—95—104—5 —14—23—32—41—50—59—
      ( 68 )—59—50—41—32—23—14—5 —104—95—
    86—77—69—60—51—42—33—24—15—6 —105—96—
    87—78—70—61—52—43—34—25—16—7 —106—97—
    88—79 —————————————————————————————— M2
```

3. 嵌线顺序表

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	……	18	19	20	21	22
下层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	……	18	19	(20)	21	22
嵌入次序	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	……	40	41	42	43	44
下层槽号	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	……	40	41	42	43	44
嵌入次序	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	……	62	63	64	65	66
下层槽号	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	……	62	63	64	65	66
嵌入次序	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	……	84	85	86	87	88
下层槽号	67	(68)	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	……	84	85	86	87	88
嵌入次序	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	……	105	106	107	108	
下层槽号	89	90	91	92	93	94	95	96	97	(98)	99	100	101	……	105	106	107	108	
嵌入次序	109	110	111	112	113	114	115	116	……	211	212	213							
上层槽号	1	108	107	106	105	104	103	102	……	4	3	2							

注：带圈槽号嵌入换位元件。

4. 绕组特点与应用　　本例为整数槽绕组，$2p/3=$整数，三相出线无法对称安排，前后节距相等并各用2只短距元件。应用实例有JRQ158—12等电动机。

第 3 章　交流单相电动机绕组布线接线图

交流单相电动机主要包括分相起动、分相运行及罩极起动等型式。其绕组有单层叠式、单层链式、单层同心式、双层叠式、双层链式、单双层混合式、罩极式、正弦绕组及其它专用特殊型式。各种绕组有不同的布线方案，使用时可根据实际情况选用，以获得相应的电气性能。

本章主要收入单相电动机应用实例，也包括目前国内尚未应用的个别新颖的绕组型式。图例以电机模拟端面布线接线画法绘制，为便于读图，特作说明如下：

(1) 单相电动机布线接线图用彩色线条绘制。各线圈有效边在槽内导体用彩色小圆表示；单层为一层小圆，双层为二层小圆，均布于铁心圆周；

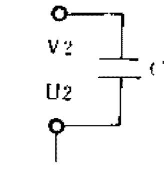
(2) 例图中同一绕组用同色表示，如主绕组用红色（或黄色），副绕组用绿色，使之明显区分；

(3) 槽与槽间导体（小圆）的连接弧线是线圈端部，所跨槽数则是节距；

(4) 单相绕组一般为小容量电机绕组，通常仅用一路串联接法，如无例外，各图参数中不再说明；

(5) 单相电动机绕组连接以彩色细线向内画出；四根引出线（主绕组 U1、U2；副绕组 V1、V2）向外引出；

(6) 单相电动机为顺时钟旋转时，其引出线接法如图所示。



3.1　单相单层叠式绕组

单层叠式绕组是由每（极相）组线圈数大于 1 的交叠等距线圈组构成，简称单叠绕组。

一、绕组参数

(1) 总线圈数 Q　$Q=(S_U+S_V)u/2$

(2) 线圈组数　它根据运行型式（起动型或运行型）、布线型式（显极或庶极）以及主副绕组等决定其数目。

(3) 每组圈数　是指每一个线圈组的线圈数。主、副绕组可相等也可不等布线。

(4) 极距　与三相电机相同。即 $\tau=Z/2p$

(5) 绕组系数　单叠绕组为全距，节距系数 $K_p=1$，故绕组系数等于分布系数，即

$$K_{dp}=K_d=\frac{\sin(180^\circ pq_x)}{q_x\sin(180^\circ p/Z)}$$

式中　S_U、S_V —— 分别为主、副绕组每组圈数；

p —— 绕组极对数；

q_x —— 主绕组（q_U）或副绕组（q_V）占槽数；

Z —— 定子槽数。

二、绕组特点

(1) 主、副绕组可采用相同或不相同的布线方案；起动型有的副绕组每组圈数为 1，而主绕组仍为叠式时，仍归入本节介绍；

(2) 运行型主、副绕组系数相等，但起动型的副绕组系数略高；

(3) 单叠绕组槽满率较高，但电磁性能较差，一般仅用于容量极小的电动机。目前有被性能优良的正弦绕组取代的趋势。

三、绕组嵌线

除个别绕组交叠嵌线外，一般多采用逐相分层嵌线形成双平面绕组。

四、绕组连接

显极布线为反向串联；庶极是顺接串联。

五、绕组色别

图例中红色为主绕组；绿色是副绕组。

3.1.1 12槽2极单层叠式绕组布线接线图之一

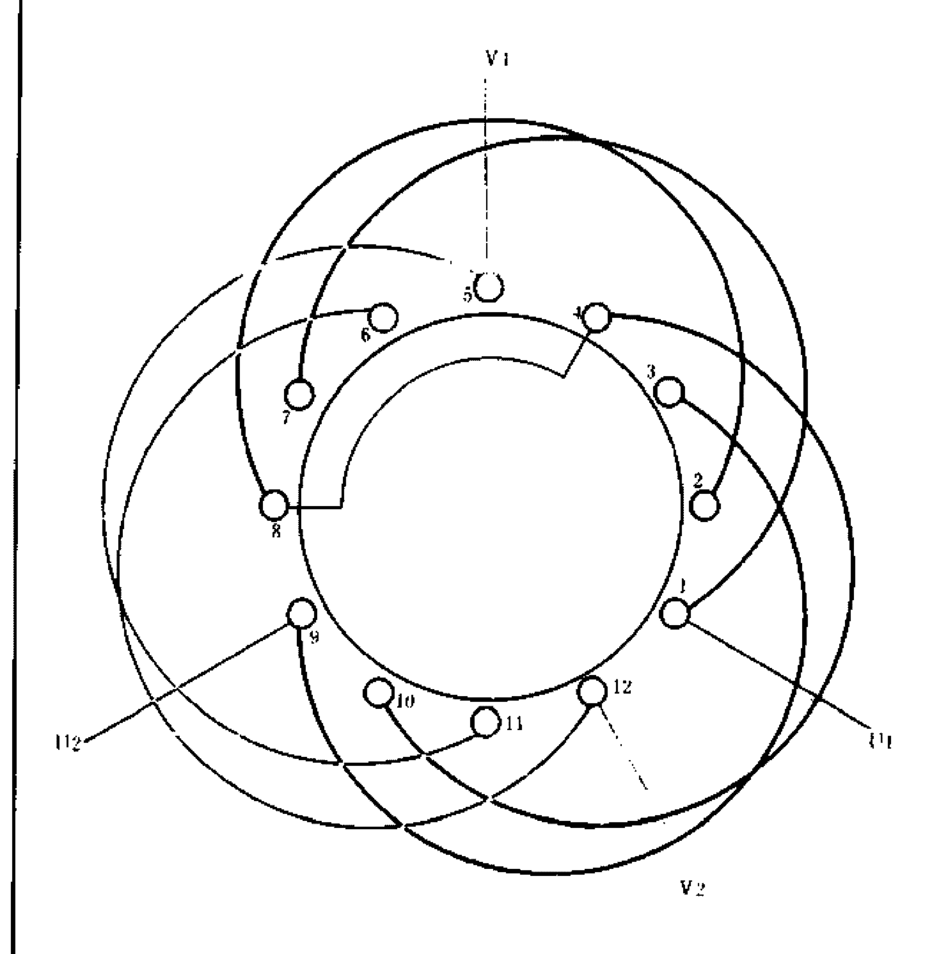


图 3.1.1

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=12$	线圈组数	$u=3$	绕组极距	$\tau=6$
电机极数	$2p=2$	每组圈数	$S=2$	线圈节距	$Y=1—7$
总线圈数	$Q=6$	极相槽数	$q_U=4$	绕组系数	$K_{dpU}=0.837$
			$q_V=2$		$K_{dpV}=0.966$

2. 嵌线方法　嵌绕工艺可采用两种方法，但分相整嵌不但端部极不美观，而且线圈的机械强度也较弱。为使绕组端部紧凑、美观，一般都用交叠法嵌线，吊边数为2。嵌线顺序见下表：

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	沉边	2	1	10		9		6		5			
	浮边				4		3		12		11	7	8

3. 绕组特点与应用　主、副绕组采用不同的布线型式。主绕组是显极布线，由两组等距交叠线圈构成：每组2只线圈，组间采用反极性串接形成2极绕组。副绕组只有1组交叠双线圈，为庶极布线。此绕组全部线圈节距相等，可用同一规格线模绕制，故绕线方便；但限于结构上的原因，线圈采用的节距等于极距。线圈匝长较之其它型式绕组所耗费的铜线较多，不但使电动机的铜耗增加，运行温度上升，而且给小功率电机的嵌线增加难度。故此绕组不是理想的型式，一般极少应用，仅见用于老式的300mm扇风机电机。

3.1.2　12槽2极单层叠式绕组布线接线图之二

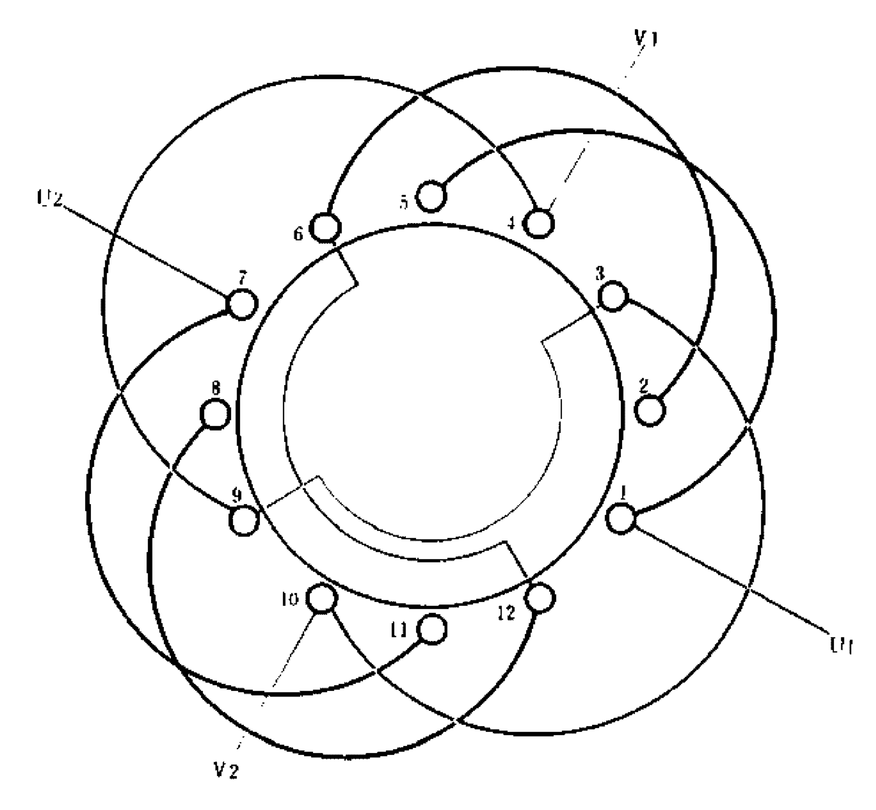


图　3.1.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=12$　每组圈数 $S_U=2$　$S_V=1$　线圈节距 $Y_U=1—5$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q_U=4$　$q_V=2$　$Y_V=1—6$

总线圈数 $Q=6$　线圈组数 $u=4$　绕组系数 $K_{dpU}=0.837$

绕组极距 $\tau=6$　$K_{dpV}=0.966$

2. 嵌线方法　本例绕组的线圈对称分布，采用交叠嵌线反使绕组端部不规整、不美观，故不宜采用；通常用分相整嵌，即先将主绕组逐个嵌入相应槽内，垫好相间绝缘，再将副绕组嵌入相应槽内，从而形成双平面绕组。嵌线顺序见下表：

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	下层	2	6	1	5	8	12	7	11				
	上层									4	9	10	3

3. 绕组特点与应用　本例为显极式布线。主、副绕组线圈不等距，且副绕组每组只有1只线圈，实质应归属于交叉式绕组。主绕组由2组交叠线圈组成，组间接线均为反向串联，即“尾与尾”相接。主、副绕组占槽比为2∶1，较适用于起动型单相电动机；此外，绕组为全距，如采用短节距线圈，较之上例节省铜线；同时绕组嵌绕也方便、省时。因绕组仅用于微小容量的电机，应用不多，仅见于FTA—250通风用电动机。

3.1.3　16 槽 2 极单层叠式绕组布线接线图

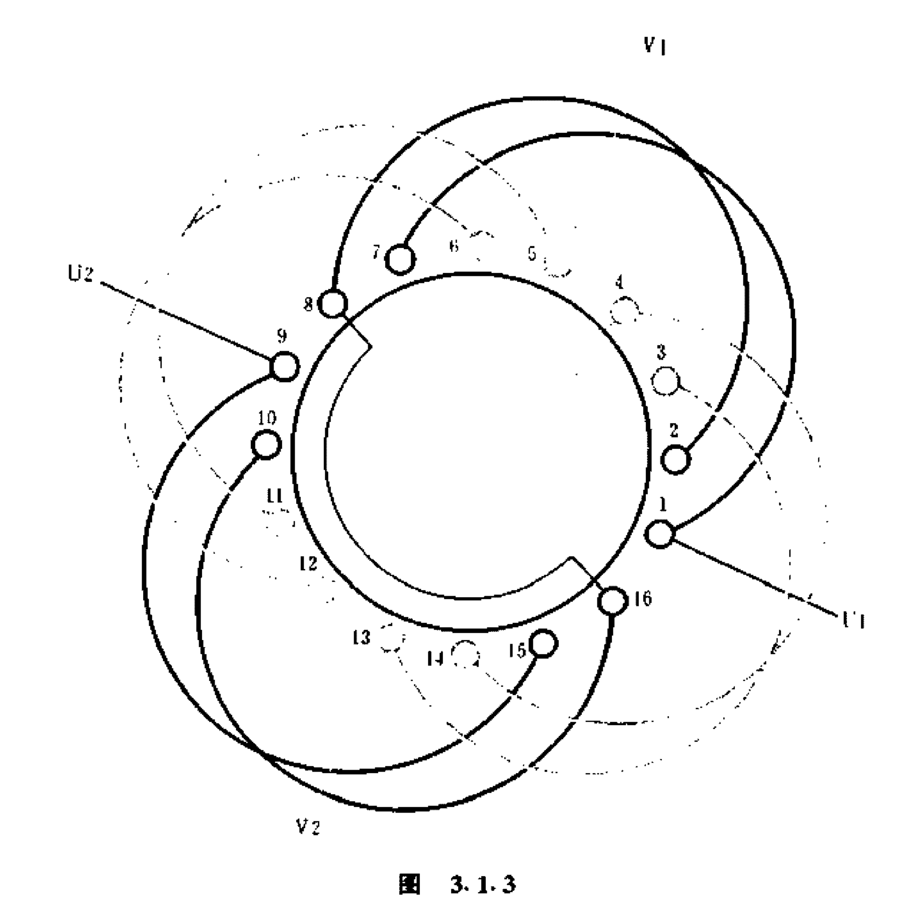


图　3.1.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=16$　　线圈组数　$u=4$　　绕组极距　$\tau=8$

电机极数　$2p=2$　　每组圈数　$S=2$　　线圈节距　$Y=1—7$

总线圈数　$Q=8$　　极相槽数　$q_U=4$　　绕组系数　$K_{dpU}=0.902$

$q_V=4$　　$K_{dpV}=0.902$

2. 嵌线方法　　嵌线可采用两种方法：

（1）整嵌法　　采用分相嵌人，即把主绕组先嵌人相应槽内，然后再嵌副绕组，使主、副绕组的线圈端部分置于上、下平面。嵌线顺序见下表：

表 3.1.3(a)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	2	8	1	7	10	16	9	15								
	上层									6	12	5	11	14	4	13	3

（2）交叠法　　采用交叠嵌线，吊边数为 2，较少应用。嵌线顺序见下表：

表 3.1.3(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	沉边	2	1	14		13		10		9		6		5			
	浮边				4		3		16		15		12		11	8	7

3. 绕组特点与应用　　本例采用显极布线，主、副绕组均由两组等距交叠式线圈组成，属正规布线的单叠绕组。同相组间是反极性串联，即“尾与尾”相接。主、副绕组占槽比相等，故适用于运行型单相电动机。应用实例有原(苏)АОЛДО—11/2 等电容运转电动机。

3.1.4　24 槽 4 极单层叠式绕组布线接线图

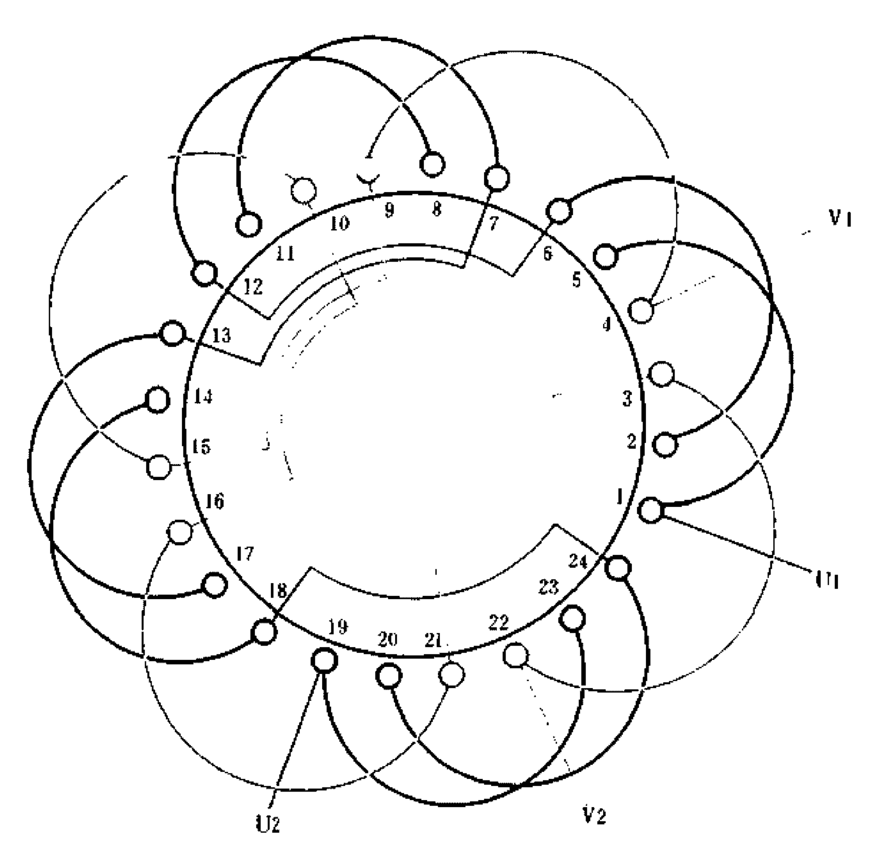


图　3.1.4

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S_U=2$　$S_V=1$　线圈节距　$Y_U=1—5$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q_U=4$　$q_V=2$　　$Y_V=1—6$

总线圈数　$Q=12$　线圈组数　$u=8$　绕组系数　$K_{dpU}=0.837$

绕组极距　$\tau=6$　　$K_{dpV}=0.966$

2. 嵌线方法　嵌线采用整嵌法，先将主绕组嵌入相应槽内，再把副绕组嵌入，使副绕组和主绕组分处于两个层次的平面上，从而形成双平面绕组。绕组嵌线顺序见下表：

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	6	1	5	20	24	19	23	14	18	13	17	8	12	7	11								
	上层																	4	9	22	3	16	21	10	15

3. 绕组特点与应用　本例属显极式绕组。主、副绕组每组线圈数不相等，实质属于交叉式布线，而且主、副绕组节距也不相等，即主绕组每组由 $Y_U=4$ 的双圈组成；副绕组则由 $Y_V=5$ 的单圈组成，但接线形式相同，即同相组间为“尾与尾”或“头与头”相接，使其相邻线圈组的极性相反。此绕组常应用于起动型电动机，如原(苏)的 АОЛБ—12/4 等电阻起动单相电动机；但也有用于电容运转电动机，如 400mm 通风用排气扇电动机。

3.2 单相单层链式绕组

单层链式绕组又称单链绕组，每组只有1只线圈，且同相相邻两槽线圈端部出槽后反折，绕组构成单圈相扣的形式，故称单链绕组。它是单层绕组中应用较多的绕组型式之一。实用上只采用每极线圈数为1的绕组，而且主、副绕组布线型式相同，故常用于运行型电机。

一、绕组参数

(1) 总线圈数　单链绕组属单层绕组，总线圈数为总槽数的一半，即

$$Q=Z/2$$

(2) 线圈组数

显极：每极相线圈数为1，所以

$$u=4p$$

庶极：在一相中，每一线圈形成两极性，所以

$$u=2p$$

(3) 每组圈数　单链绕组每组线圈数均为1，即

$$S=Q/u=1$$

(4) 线圈节距　显极时 $Y=3$ 庶极时 $Y=2$

(5) 绕组系数　由于单链绕组每组线圈数和线圈节距是固定的，显极布线 $q=2$；庶极布线 $q=1$，故绕组分布系数也是不变的，而节距系数均为1，则绕组系数：

显极：$K_{dpU}=K_{dpV}=0.924$

庶极：$K_{dpU}=K_{dpV}=1$

其余各符号意义同上节。

二、绕组特点

(1) 绕组有显极布线($Q/2p=2$)和庶极布线($Q/2p=1$)两种型式；

(2) 绕组为单层，全部线圈等节距，且每组只有一只线圈，便于采用连绕、连嵌工艺，以省去组间连接工序；

(3) 绕组是全距绕组，但线圈端部短，特别是显极布线时线圈节距短于极距，可节省铜线；但谐波分量较大，电磁性能较差。

三、绕组嵌线

绕组嵌线只用整嵌法，主绕组先嵌下层平面；副绕组则嵌于上层平面，层间再衬垫绝缘。

四、绕组连接

显极布线时，同相相邻线圈(组)间为反接串联；庶极布线则是顺向串联。

五、绕组色别

本节例图中黄色线条代表主绕组；绿色线条代表副绕组。

3.2.1 8槽2极单层链式绕组布线接线图

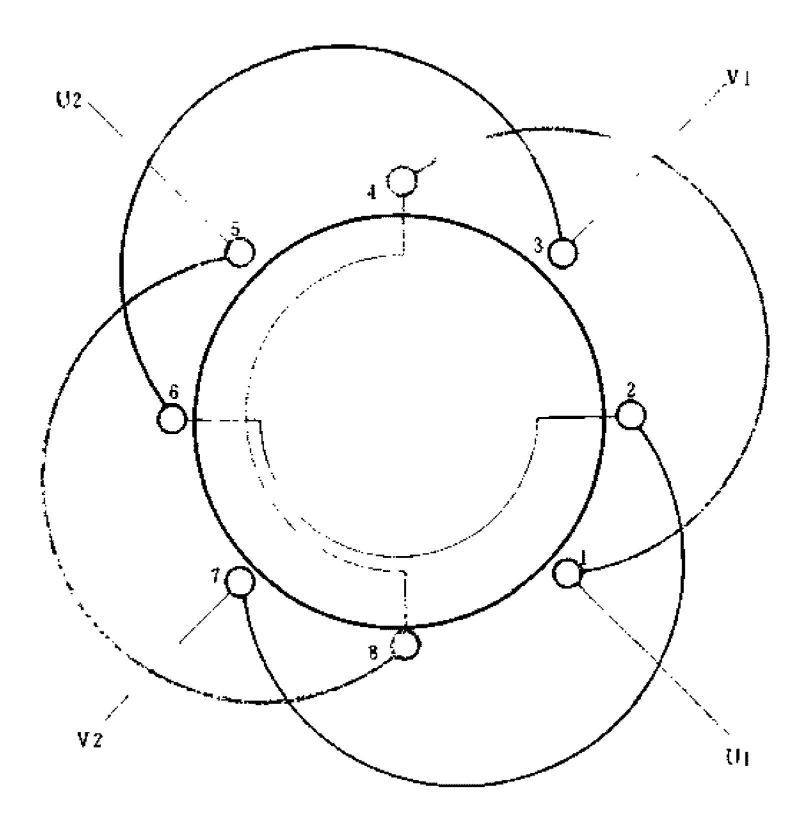


图 3.2.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=8$　每组圈数 $S=1$　线圈节距 $Y=1-4$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=2$　绕组系数 $K_{dpU}=0.924$

总线圈数 $Q=4$　绕组极距 $\tau=4$　$K_{dpV}=0.924$

线圈组数 $u=4$　并联路数 $a=1$

2. 嵌线方法　采用逐相分层嵌线，一般是先嵌主绕组的两个线圈入相应槽内，再嵌副绕组的两个线圈，使主绕组和副绕组的线圈端部分别处于下层平面和上层平面。嵌线顺序可参考下表：

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	下层	1	4	5	8								
	上层					3	6	7	2				

3. 绕组特点与应用　绕组为显极式布线，每极相槽数 $q=2$，主、副绕组均由2只线圈构成，两线圈为反接串联以形成2极；全套绕组仅4只线圈，由于线圈数少，线圈节距相等且小于极距，嵌线比较方便，通常都采用同相连绕工艺，可省去接线工序的耗时。此绕组适合于小功率单相电动机，主要应用实例有仪表盘用200mm排风扇单相电容电动机。

3.2.2　16 槽 4 极单层链式绕组布线接线图

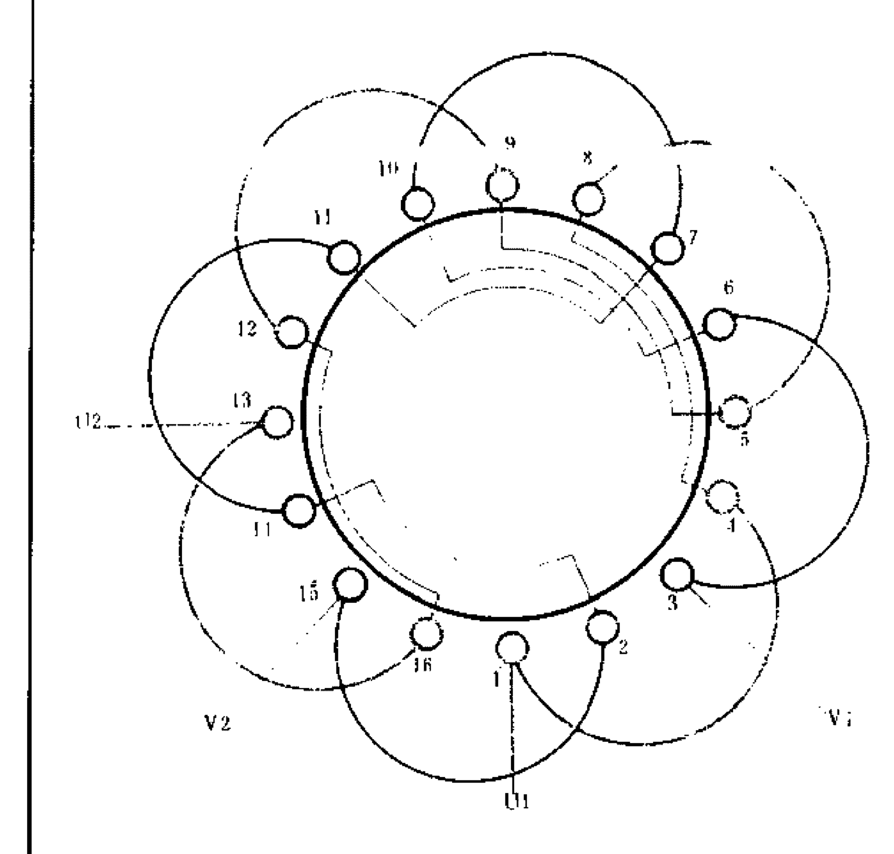


图　3.2.2

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=16$　　每组圈数　$S=1$　　线圈节距　$Y=1-4$

电机极数　$2p=4$　　极相槽数　$q=2$　　绕组系数　$K_{dpU}=0.924$

总线圈数　$Q=8$　　绕组极距　$\tau=4$　　$K_{dpV}=0.924$

线圈组数　$u=8$　　并联路数　$a=1$

2. 嵌线方法　　采用分层整嵌，即先将主绕组线圈逐个嵌入相应槽内，再把副绕组逐个嵌入，使两套绕组分置于上、下两层，形成双平面绕组。嵌线顺序见下表。

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下平面	13	16	9	12	5	8	1	4								
	上平面									15	2	11	14	7	10	3	6

3. 绕组特点与应用　　本例为显极布线，绕组节距相等，可采用连绕工艺省去线圈(组)间接线；线圈实际节距小于极距，较省铜线。主、副绕组占槽比相等，各由 4 只线圈构成，同相线圈之间的连接是“尾与尾”或“头与头”相接，使同相相邻线圈极性相反。此绕组适用于电容运行单相电动机，常用作单速电扇和外接电抗器的调速电扇电动机。但若接线在风扇后端，则宜将 $U1$ 与 $V2$ 接成中点，引出线 3 根，使电动机沿纸面为反时针而电扇叶为顺时针旋转。此绕组是家用调速电风扇的基本型式。主要应用实例有 JXD5—4 台扇电动机、FA3—6 及 CFP—1—120 等单相排风扇。

3.2.3 24 槽 6 极单层链式绕组布线接线图

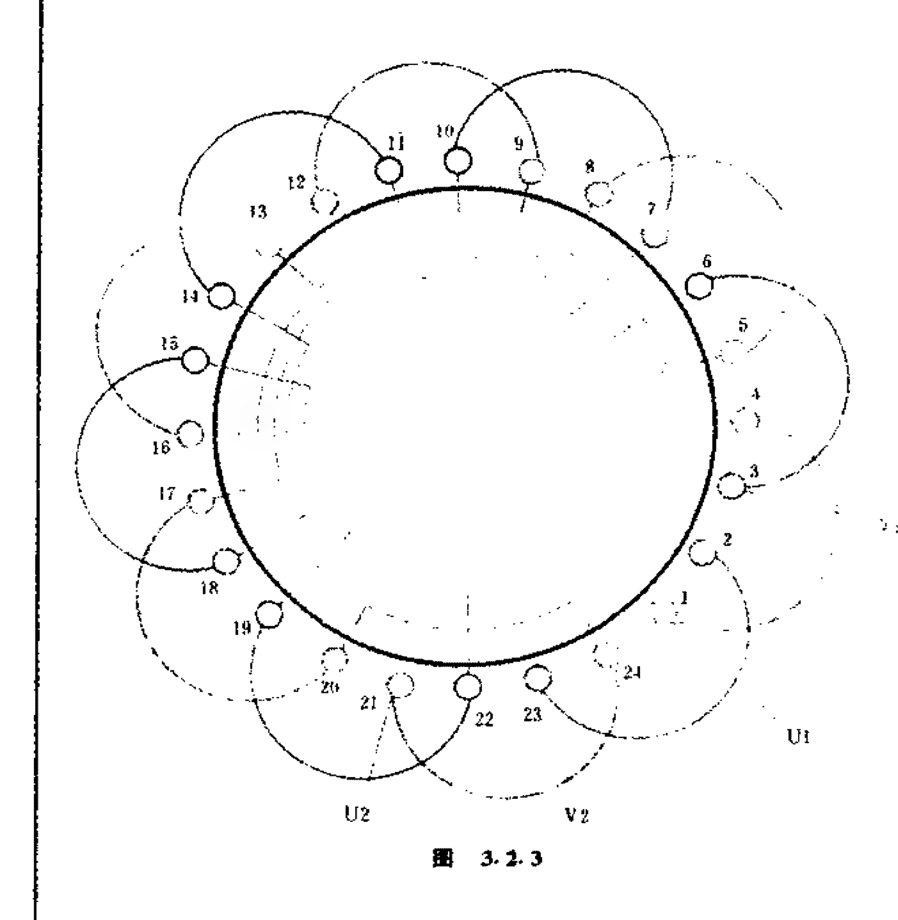


图 3.2.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　　每组圈数 $S=1$　　线圈节距 $Y=1—4$

电机极数 $2p=6$　　极相槽数 $q=2$　　绕组系数 $K_{dpU}=0.924$

总线圈数 $Q=12$　　绕组极距 $\tau=4$　　$K_{dpV}=0.924$

线圈组数 $u=12$　　并联路数 $a=1$

2. 嵌线方法　主、副绕组采用分层整嵌，即先将主绕组嵌入相应槽内，再将副绕组也嵌入相应槽中，使先嵌线圈形成一层面，而后嵌的副绕组在其上面，形成双平面绕组。嵌线顺序见下表：

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	4	21	24	17	20	13	16	9	12	5	8												
	上层													3	6	23	2	19	22	15	18	11	14	7	10

3. 绕组特点与应用　本例为显极布线，主、副绕组分别由 8 只线圈组成，线圈间的连接是“尾接尾”或“头接头”，使同相相邻线圈的极性相反。此绕组的线圈实际节距小于极距，较为节省铜线。因每组为单圈，24 槽定子的内腔也较大，故嵌绕都方便。本例绕组常用于单相电容运转电动机，主要应用实例有 F—400 扇风机、400mm 轴流通风机及 500mm 排风扇等单相电容电动机。

3.2.4　28 槽 14 极单层链式绕组布线接线图

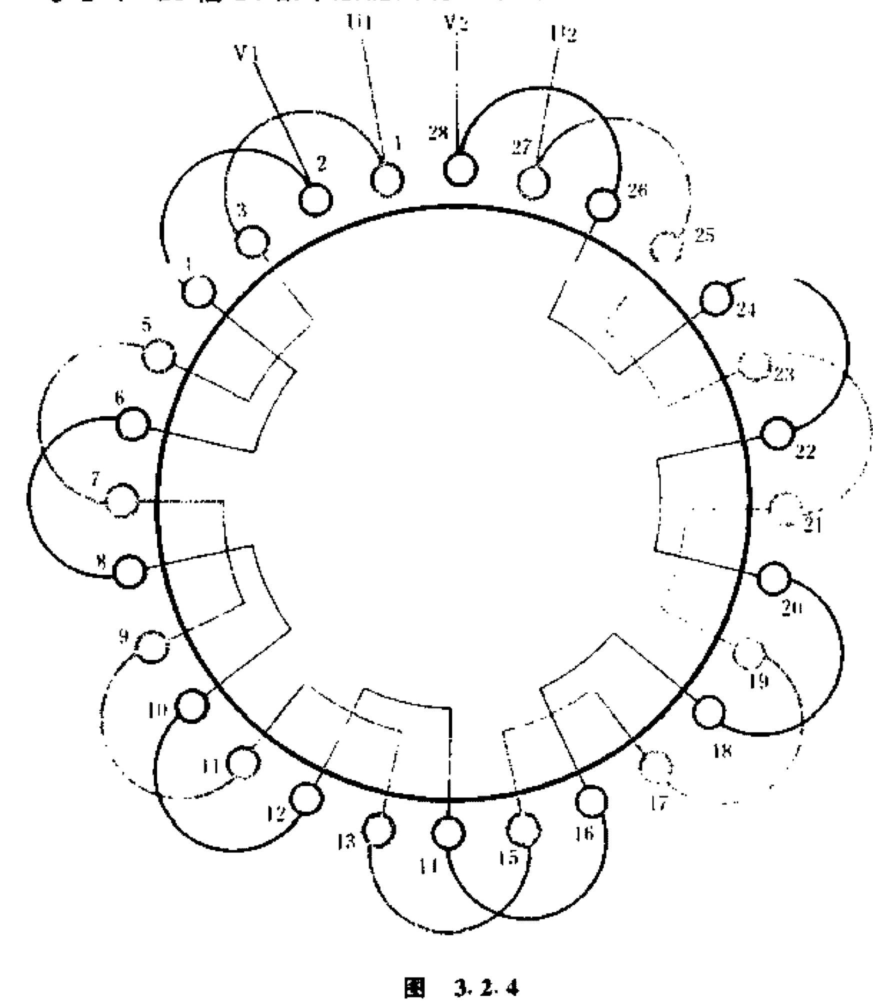


图　3.2.4

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=28$　　每组圈数　$S=1$　　线圈节距　$Y=1—3$

电机极数　$2p=14$　　极相槽数　$q=1$　　绕组系数　$K_{dpU}=1$

总线圈数　$Q=14$　　绕组极距　$\tau=2$　　$K_{dpV}=1$

线圈组数　$u=14$　　并联路数　$a=1$

2. 嵌线方法　因此绕组主要应用于电容式吊扇电动机的内定子铁心，嵌线时将定子竖起从上面嵌线，而且常用前进式工艺，并可采用两种嵌法：

(1) 分组整嵌　将主、副绕组交替嵌入，嵌线顺序见下表：

表 3.2.4(a)　分组整嵌

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
槽号	下层	1	3			5	7			9	11			13	15
	上层			2	4			6	8			10	12		
嵌绕次序		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
槽号	下层			17	19			21	23			25	27		
	上层	14	16			18	20			22	24			26	28

(2) 分层整嵌　先嵌主绕组，再嵌副绕组于上面。嵌线顺序见下表：

表 3.2.4(b)　分层整嵌

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
下层槽号	3	1	7	5	11	9	15	13	19	17	23	21	27	25
嵌绕次序	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
上层槽号	4	2	8	6	12	10	16	14	20	18	24	22	28	26

3. 绕组特点与应用　本例为庶极布线，同相相邻线圈极性相同，故应采用顺向串联形成 14 极。由于线圈数较同极数的显极绕组少一半，故嵌线省时、方便。主要应用实例有 900mm 电容式吊扇电动机。

3.2.5　32槽16极单层链式绕组布线接线图

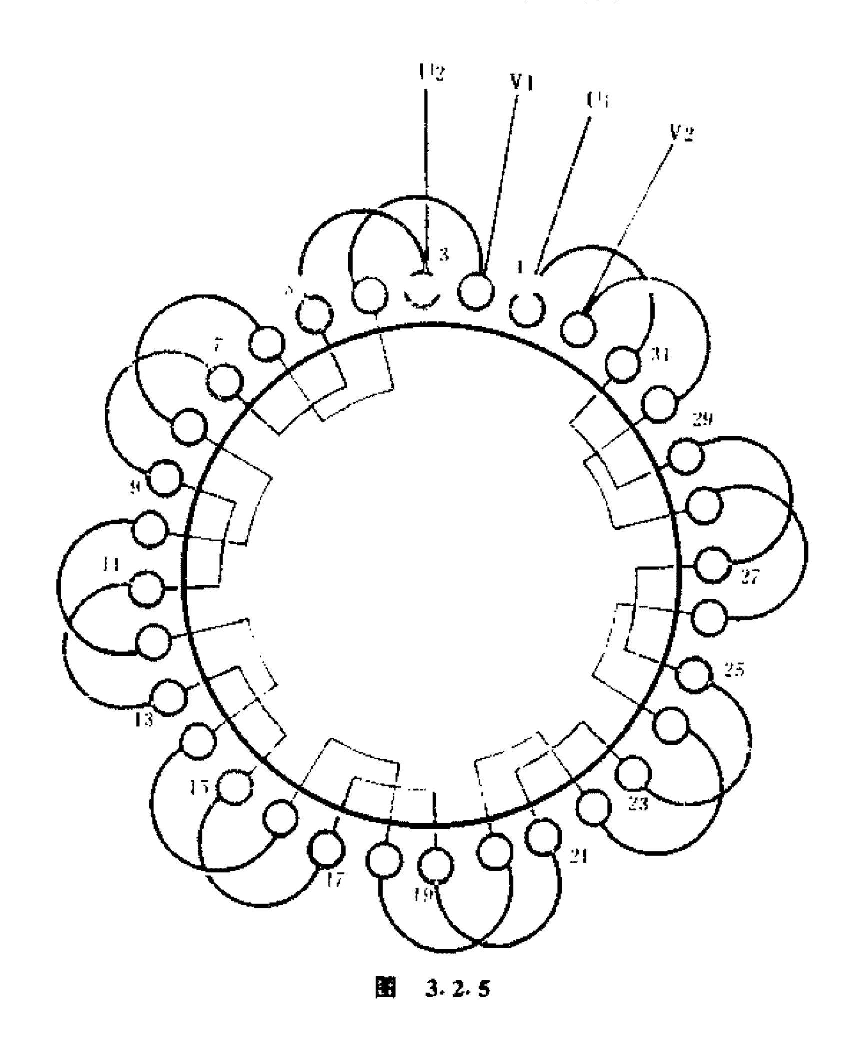


图　3.2.5

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=32$	每组圈数	$S=1$	线圈节距	$Y=1-3$
电机极数	$2p=16$	极相槽数	$q=1$	绕组系数	$K_{dpU}=1$
总线圈数	$Q=16$	绕组极距	$\tau=2$		$K_{dpV}=1$
线圈组数	$u=16$	并联路数	$a=1$		

2. 嵌线方法　采用整圈嵌线，但有两种方法：

(1) 分层整嵌　先嵌主绕组，嵌完后再嵌副绕组于面层。前进式嵌线顺序见下表：

表 3.2.5(a)　分层整嵌

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
下层槽号	1	31	5	3	9	7	13	11	17	15	21	19	25	23	29	27
嵌绕次序	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
上层槽号	4	2	8	6	12	10	16	14	20	18	24	22	28	26	32	30

(2) 分组整嵌　将主、副绕组各一线圈为一组，主线圈嵌人相应槽后再嵌副绕组线圈，逐组嵌人。前进式嵌线顺序见下表：

表 3.2.5(b)　分组整嵌

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	5	3			9	7			13	11			17	15		
	上层			4	2			8	6			12	10			16	14
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层	21	19			25	23			29	27			1	31		
	上层			20	18			24	22			28	26			32	30

3. 绕组特点与应用　本例为16极，采用庶极布线，每相由8只线圈顺向串联形成16极。绕组嵌绕省工省时，是16极吊扇电动机常用型式。主要应用有1200mm、1400mm吊扇电动机内定子绕组。

3.2.6 36槽18极单层链式绕组布线接线图

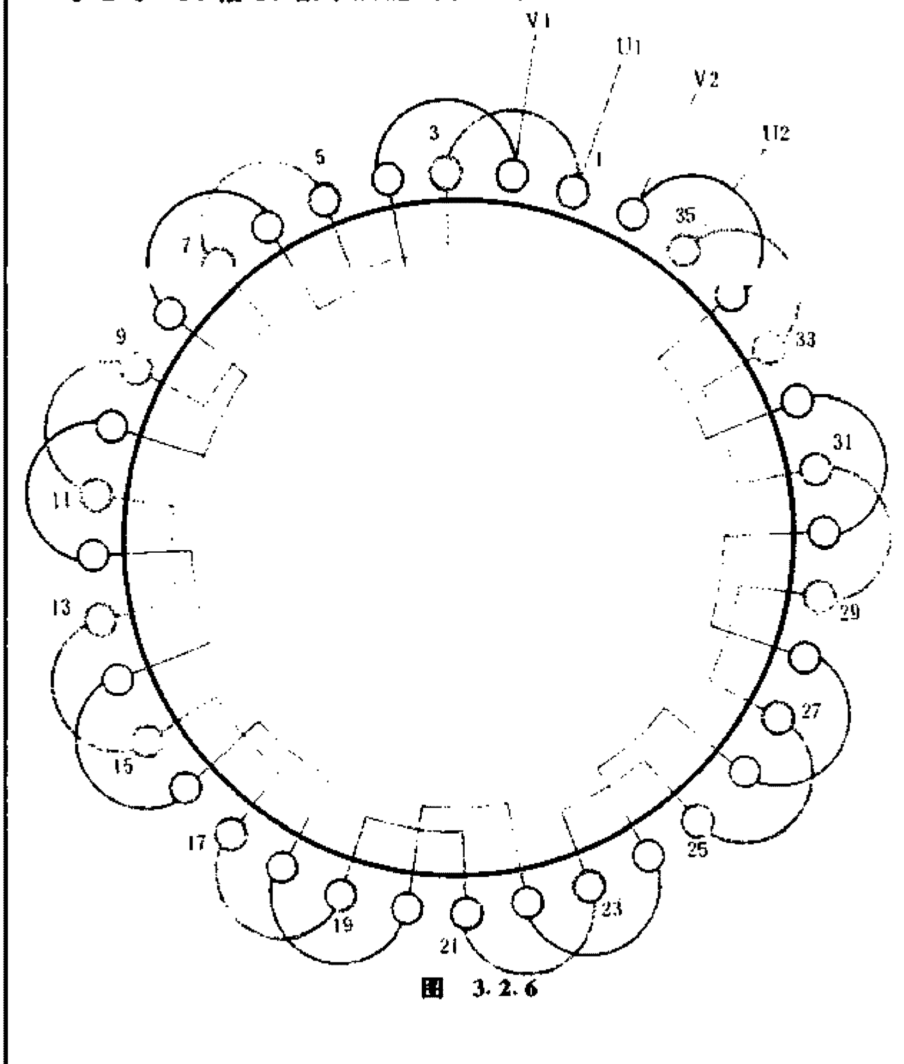


图 3.2.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=1$ 线圈节距 $Y=1-3$

电机极数 $2p=18$ 极相槽数 $q=1$ 绕组系数 $K_{dpU}=1$

总线圈数 $Q=18$ 绕组极距 $\tau=2$ $K_{dpV}=1$

线圈组数 $u=18$ 并联路数 $a=1$

2. 嵌线方法 嵌线采用前进式，但具体操作有两种方法：

(1) 分组整嵌 以主、副绕组各一线圈为一组，先嵌主线圈、后嵌副线圈，逐组嵌人。嵌线顺序见下表：

表 3.2.6(a) 分组整嵌

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	1			7	5			11	9			15	13			19	17
	上层			4	2			8	6			12	10			16	14		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层			23	21			27	25			31	29			35	33		
	上层	20	18			24	22			28	26			32	30			36	34

(2) 分层整嵌 嵌线是先把主绕组线圈全部嵌人相应槽内，再嵌入副绕组线圈。嵌线顺序见下表：

表 3.2.6(b) 分层整嵌

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
下层槽号	3	1	7	5	11	9	15	13	19	17	23	21	27	25	31	29	35	33
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
上层槽号	4	2	8	6	12	10	16	14	20	18	24	22	28	26	32	30	36	34

3. 绕组特点与应用 绕组采用庶极布线，每相由9只线圈顺向串联构成18极。应用实例有1400mm电容式吊扇电动机。

3.3 单相单层同心式绕组

单相单层同心式绕组是由大小相套的单层同心线圈构成，故简称单同心绕组。它由单层叠式绕组改变线圈组端部的形式演变而来，它有两种形式：一是每组线圈数相等的同心绕组；另一是由单、双同心圈或三、双同心圈构成的同心交叉式，但其应用实例较少，故亦归纳为同心式绕组。

一、绕组参数

（1）总线圈数　$Q=(S_U+S_V)u/2$

（2）线圈组数

　　显极　$u=4p$

（3）每组圈数　$S=Q/u$

当$S=$整数时构成每组圈数相等的同心式绕组；若$S\neq$整数则构成同心交叉式绕组。

（4）绕组系数

$$K_{dp}=\frac{\sin(180°\frac{pq_z}{Z})}{q_z\sin(180°\frac{p}{Z})}$$

其余符号意义同3.1节。

二、绕组特点

（1）单层同心式绕组用显极布线。特殊布线可用短节距，构成可分割的特殊型式，但除特殊场合外，一般极少应用；

（2）绕组可应用于运行型和起动型单相电动机。通常，主、副绕组占槽相等时多用于运行型；主、副绕组占槽比为2时常用于起动型；

（3）同心式线圈组端部处于同一平面，故嵌绕成型后的绕组层次分明、没有交叠，绝缘衬垫比叠式绕组方便；

（4）运行型主、副绕组系数相同；起动型的主绕组系数低于副绕组；

（5）同心线圈组的平均匝较长，不但耗费线材，而且增加有功损耗；

（6）由于线圈节距不等，线圈要用不同规格线模绕制，使制作工艺较繁而费工费时。

三、绕组嵌线

同心式绕组均采用整嵌法嵌线，主、副绕组分置于底层和面层而构成双平面绕组。

四、绕组连接

绕组接线要根据布线形式确定，显极布线为反向串联，使同相相邻线圈组的极性相反，即“尾与尾”或“头与头”相接。

本节例图的红色线条代表主绕组；绿色线条代表副绕组。

3.3.1 16 槽 2 极单层同心式绕组布线接线图

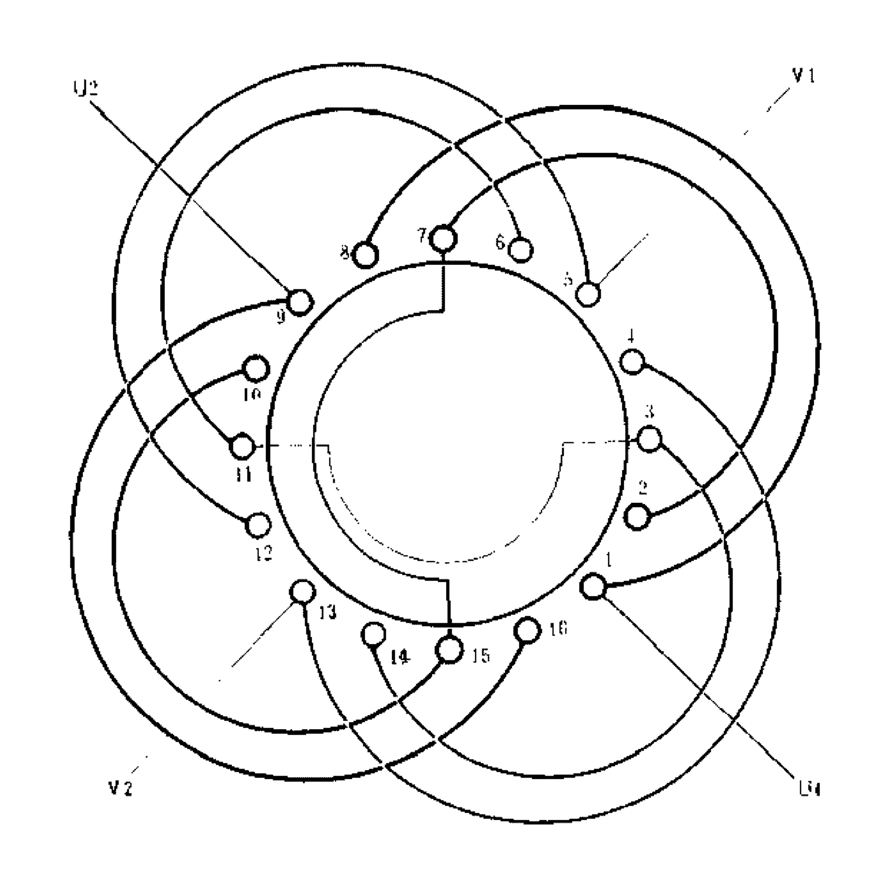


图 3.3.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=16$ 每组圈数 $S_U=2$ $S_V=2$ 线圈节距 $Y_1=1-8$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q_U=4$ $q_V=4$ $Y_2=2-7$

总线圈数 $Q=8$ 线圈组数 $u=4$ 绕组系数 $K_{dpU}=0.906$

绕组极距 $\tau=8$ $K_{dpV}=0.906$

2. 嵌线方法　绕组采用分层嵌线，先将主绕组的线圈嵌入相应槽内，再把副绕组嵌入相应槽，使主、副绕组的线圈端部分置于下、上两平面。在一组线圈中，习惯上先嵌小线圈，后嵌大线圈，逐组嵌入。嵌线顺序见下表：

表 3.3.1 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	2	7	1	8	10	15	9	16								
	上层									6	11	5	12	14	3	13	4

3. 绕组特点与应用　本例绕组的主、副绕组占槽相等，绕组系数也相等。主、副绕组均由两组同心线圈组成，每组有两只线圈，整套绕组呈对称分布 。此绕组较适用于运行型电动机采用，但实际应用不多，仅见于进口配套设备液泵单相电动机。

3.3.2 18槽2极单层同心式绕组布线接线图之一

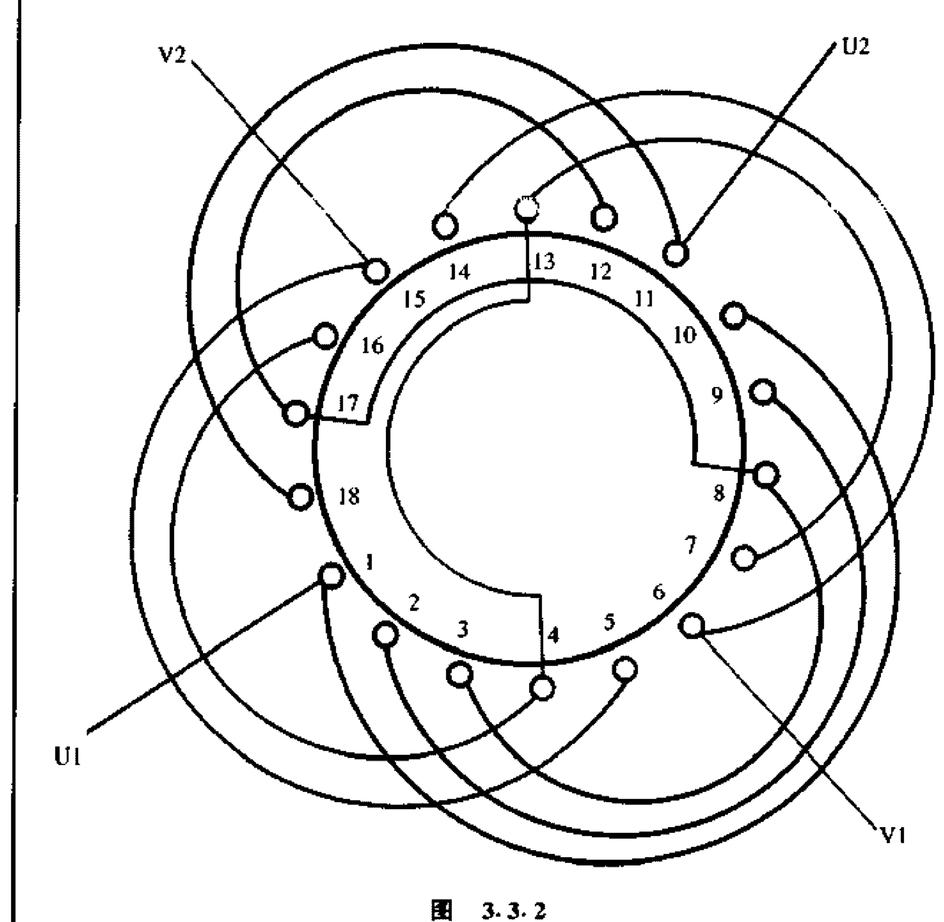


图 3.3.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组圈数 $S_U=2\frac{1}{2}$　$S_V=2$　绕组极距 $\tau=9$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q_U=5$　线圈节距 $Y_U=9$、7、5

$q_V=4$　$Y_V=8$、6

总线圈数 $Q=9$　线圈组数 $u=4$　绕组系数 $K_{dpU}=0.882$

$K_{dpV}=0.925$

2. 嵌线方法　绕组采用分层逐组整嵌，嵌线时先嵌主绕组，后嵌副绕组于面，使两套绕组分置于上、下两平面；一组线圈则先嵌同心小线圈，再嵌大线圈。嵌线顺序见下表：

表 3.3.2　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下平面	3	8	2	9	1	10	12	17	11	18								
	上平面											7	13	6	14	16	4	15	5

3. 绕组特点与应用　本例主绕组每极占5槽，每极线圈为分数，故每组线圈不等分配，即一组为三圈，另一组是双圈；副绕组每极占4槽，每极线圈是整数，故两组线圈数相等，分别由2只同心线圈组成。因此本绕组实质属同心交叉式绕组，可用于运行型或起动型电动机，实际曾用于小型罩极式电动机改绕电容运转电动机。

3.3.3 18槽2极单层同心式绕组布线接线图之二

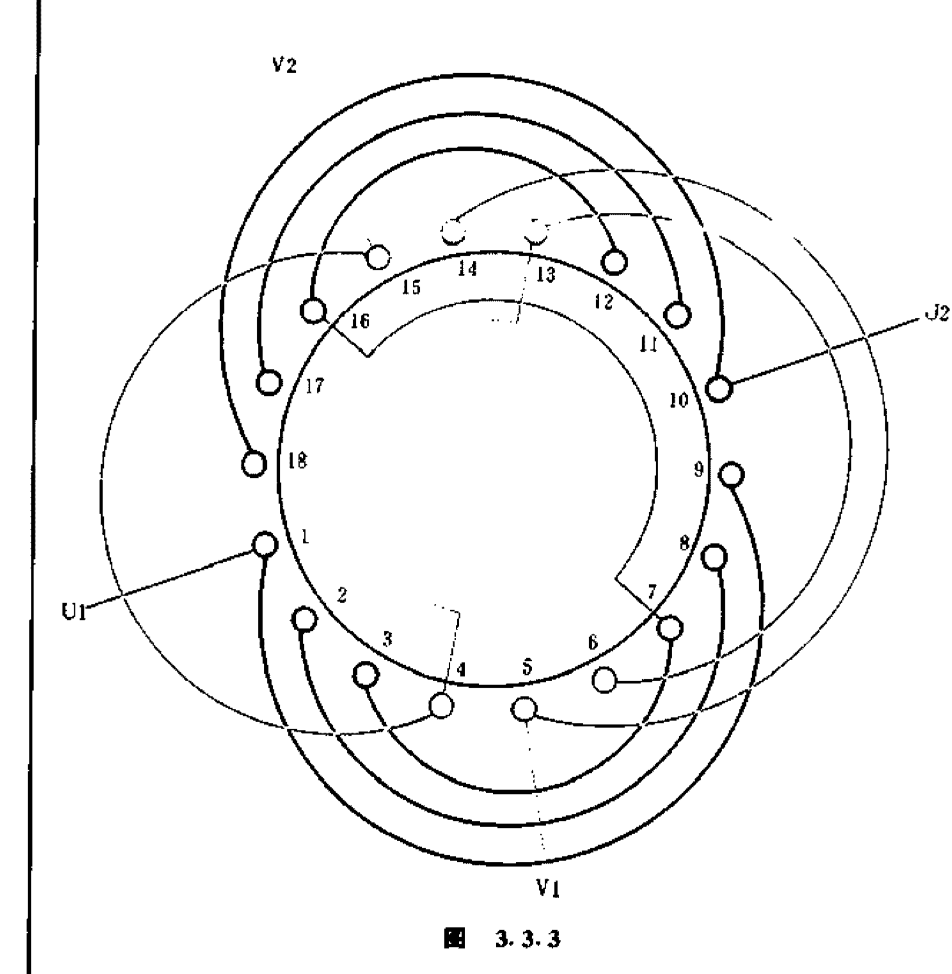


图 3.3.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组圈数 $S_U=3$　$S_V=1\frac{1}{2}$　绕组极距 $\tau=9$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q_U=6$　线圈节距 $Y_U=8$、6、4

$q_V=3$　$Y_V=9$、7

总线圈数 $Q=9$　线圈组数 $u=4$　绕组系数 $K_{dpU}=0.679$

$K_{dpV}=0.96$

2. 嵌线方法　绕组采用整嵌法嵌线，先嵌主绕组，后嵌副绕组，使两绕组的线圈端部分置于两个层次的平面上；对一组同心线圈嵌线则先嵌小线圈后嵌大线圈。嵌线顺序见下表：

表 3.3.3 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	7	2	8	1	9	12	16	11	17	10	18						
	上层													6	13	5	14	15	4

3. 绕组特点与应用　本例系显极布线，主、副绕组占槽比为 2∶1，主绕组每极占 6 槽，两极线圈组均由 3 只同心线圈组成；副绕组每极占 3 槽，只有 3 只线圈，每组线圈数为分数，故只能将½圈归并而按同心交叉式安排分布。同相绕组接线是反接串联，即“尾与尾”相接，使两组线圈极性相反。故方案适用于起动型单相电动机。主要应用实例如原（苏）AOЛГО—12/2 等。

3.3.4 24槽4极单层同心式绕组布线接线图之一

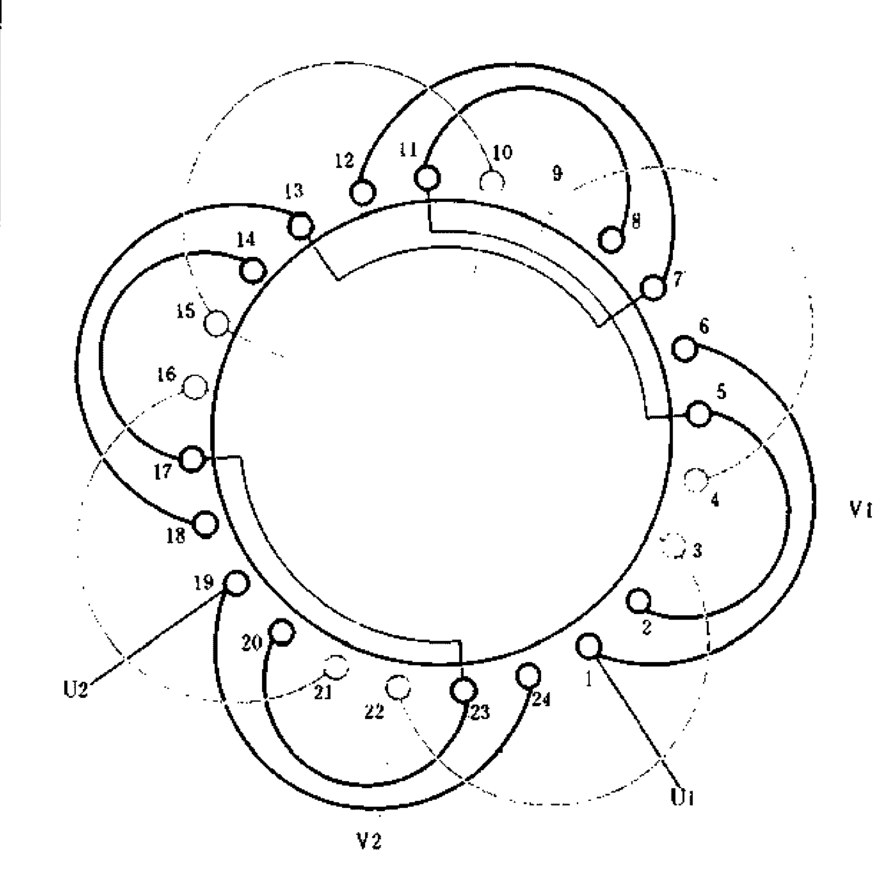


图 3.3.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　每组圈数 $S_U=2$　$S_V=1$　绕组极距 $\tau=6$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q_U=4$　线圈节距 $Y_U=1—6$、$2—5$

$q_V=2$　$Y_V=1—6$

总线圈数 $Q=12$　线圈组数 $u=8$　绕组系数 $K_{dpU}=0.682$

$K_{dpV}=0.965$

2. 嵌线方法　绕组采用分层整嵌，嵌线是先把主绕组线圈逐组嵌入相应槽内，完成后衬垫相间绝缘，再把副绕组嵌入相应槽内，使两绕组的线圈端部分置于上、下层次的平面上。嵌线顺序见下表：

表 3.3.4　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	5	1	6	20	23	19	24	14	17	13	18	8	11	7	12								
	上层																	4	9	22	3	16	21	10	15

3. 绕组特点与应用　本例采用显极布线，同相组间连接是反接串联，即“尾与尾”或“头与头”相接，使同相相邻两线圈组极性相反。主、副绕组采用不同的布线型式，主绕组为全距绕组的短节距同心线圈，每组由大小两只线圈组成；副绕组每组仅有1只线圈，故属单链布线型式。主、副绕组均属全距绕组，但线圈节距都小于极距，故绕组用线较省。本绕组既用于运行型也用于起动型单相电动机。主要应用实例有XDC—X型洗衣机用单相电容电动机、原(苏)АОЛБ—11/4型单相电阻起动电动机等。

3.3.5 24 槽 4 极单层同心式绕组布线接线图之二

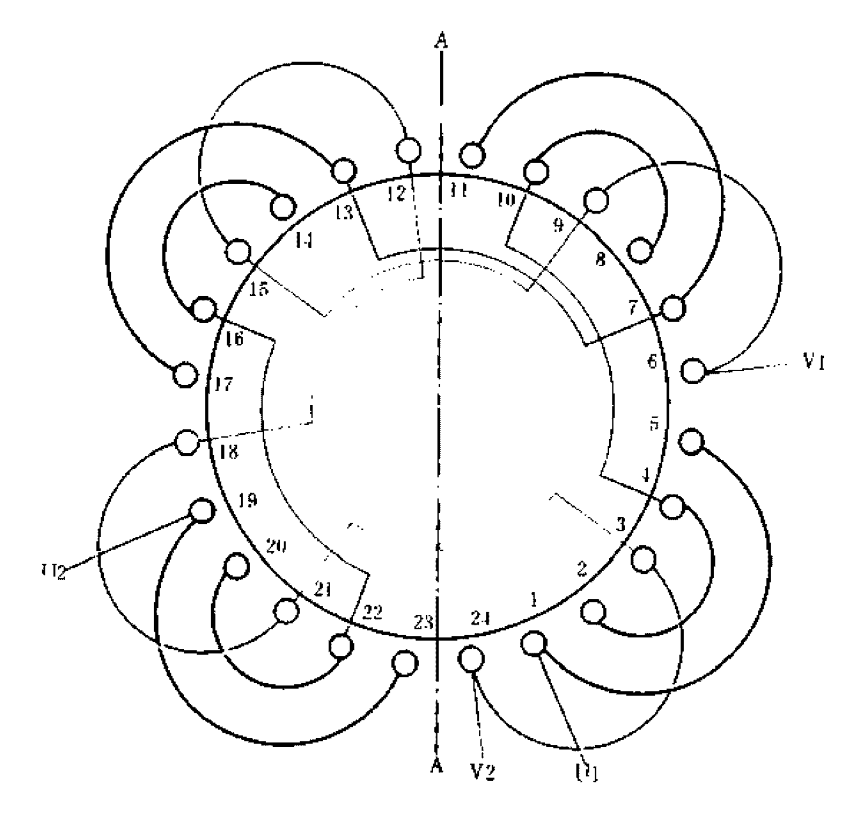


图 3.3.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　每组圈数 $S_U=2$　$S_V=1$　绕组极距 $\tau=6$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q_U=2$　线圈节距 $Y_U=1—5$、$2—4$

$q_V=1$　$Y_V=1—4$

总线圈数 $Q=12$　线圈组数 $u=8$　绕组系数 $K_{dpU}=0.682$

$K_{dpV}=0.707$

2. 嵌线方法　嵌线可采用两种方法：

(1) 分相整嵌　先嵌主绕组，后嵌副绕组。嵌线顺序见下表：

表 3.3.5(a)　分相整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	4	1	5	20	22	19	23	14	16	13	17	8	10	7	11								
	上层																	6	9	24	3	18	21	12	15

(2) 分组整嵌　每一主、副线圈组为一组，分 4 组嵌入。嵌线顺序见下表：

表 3.3.5(b)　分组整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	4	1	5			20	22	19	23			14	16	13	17			8	10	7	11		
	上层					24	3					18	21					12	15					6	9

(3) 绕组特点与应用　本例是显极布线特殊安排的可分割式绕组。它具有如下特点：

(1) 主绕组是同心双圈，副绕组是单圈，并构成一交叠形式线圈组；

(2) 线圈节距最短，不但可省线材，而且嵌线也特别方便；

(3) 绕组为断续相带分布，绕组系数较低，电机性能也较差。

此绕组仅见用于国外小型单相电动机，国内极为罕见，仅供参考。

3.4 单相双层叠式绕组

单相双层叠式绕组简称双叠绕组，是由形状、大小相同的等节距线圈构成，每线圈的两有效边分置于不同槽的上、下层，故线圈端部形成交叠状。

一、绕组参数

(1) 总线圈数　双层绕组每线圈两有效边跨于异槽上下层而各占半槽，故线圈数与槽数相等，即

$$Q=Z$$

(2) 线圈组数　由于双层绕组均用显极布线，故绕组线圈组数为

$$u=4p$$

(3) 每组圈数　主绕组：$S_U=Q_U/u$

副绕组：$S_V=Q_V/u$

(4) 线圈节距　为消除三次谐波，一般单相双叠绕组宜选用缩短极距约⅓槽数的短节距。

(5) 绕组系数　可根据主、副绕组占槽比由下式计算：

$q_U=q_V$ 时　$$K_{dp}=\frac{0.707}{C\sin(45°/C)}\sin\left(90°\frac{Y}{\tau}\right)$$

$q_U\neq q_V$ 时　$$K_{dp}=\frac{\sin(180°pq/Z)}{q\sin(180°p/Z)}\sin\left(90°\frac{Y}{\tau}\right)$$

式中　q——主(副)绕组每极占槽数；

C——每极相槽数的假分数形式($q=C/d$)中不可约分的假分子；

Q_U、Q_V——分别为主、副绕组线圈数。

其余符号意义同3.1节。

二、绕组特点

(1) 单相双叠绕组可构成显极绕组和庶极绕组，但实用上只采用显极布线；

(2) 双叠绕组可任意选用短距绕组，以消除高次谐波磁势，故电机可获得较好的起动和运行性能；

(3) 运行型电机采用主、副绕组占槽相等的布线方案；

(4) 双叠绕组槽满率低，影响铁心的有效利用率；

(5) 双层较之单层绕组的线圈多一倍，绕制较费工时，而且嵌线时吊边数多，操作十分不便，对小电机嵌线特感困难，故目前多为性能更优的正弦绕组所替代。

三、绕组嵌线

双层叠式绕组均采用交叠法嵌线，嵌法与三相双叠绕组相同，即嵌入一槽往后退，再嵌一槽再后退，吊边数为Y槽，以后可整嵌。

四、绕组连接

单相双叠绕组是显极布线，同相相邻组间极性应相反，故为"尾与尾"或"头与头"相接。

本节例图以黄色线条代表主绕组；绿色线条代表副绕组。

3.4.1 16 槽 4 极双层叠式绕组布线接线图

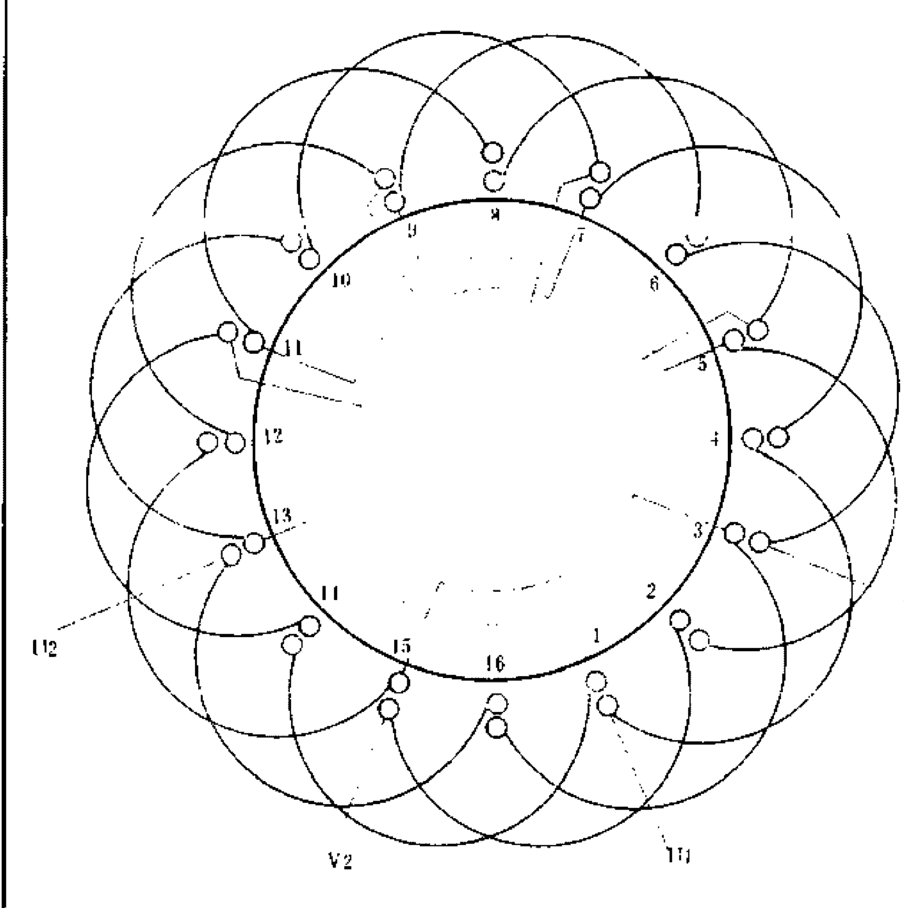


图 3.4.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=16$　每组圈数 $S_U=2$　$S_V=2$　线圈极距 $\tau=4$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q_U=2$　$q_V=2$　线圈节距 $Y=1-4$

总线圈数 $Q=16$　线圈组数 $u=8$　绕组系数 $K_{dpU}=0.85$

$K_{dpV}=0.85$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 3，即嵌好一槽向后退、连续嵌入 3 个线圈单边后(线圈另一有效边吊起，暂不嵌入)，从第 4 个线圈开始整嵌，并依次逐槽嵌至完成。嵌线顺序见下表：

表 3.4.1　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	2	1	16	15		14		13		12		11		10		9
	上层					2		1		16		15		14		13	

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层		8		7		6		5		4		3				
	上层	12		11		10		9		8		7		6	5	4	3

3. 绕组特点与应用　本例为主、副绕组占槽比相等的布线方案，而且每组线圈数相等，均由两只交叠线圈组成。绕组采用缩短¼极距的矩节距线圈，能比较有效地削减 3、5 次谐波影响而获得较好的运行性能。此绕组适用于运行型单相电动机，应用实例有早期生产的 400 型排风扇单相电容运转电动机。

3.4.2 18槽4极双层叠式绕组布线接线图

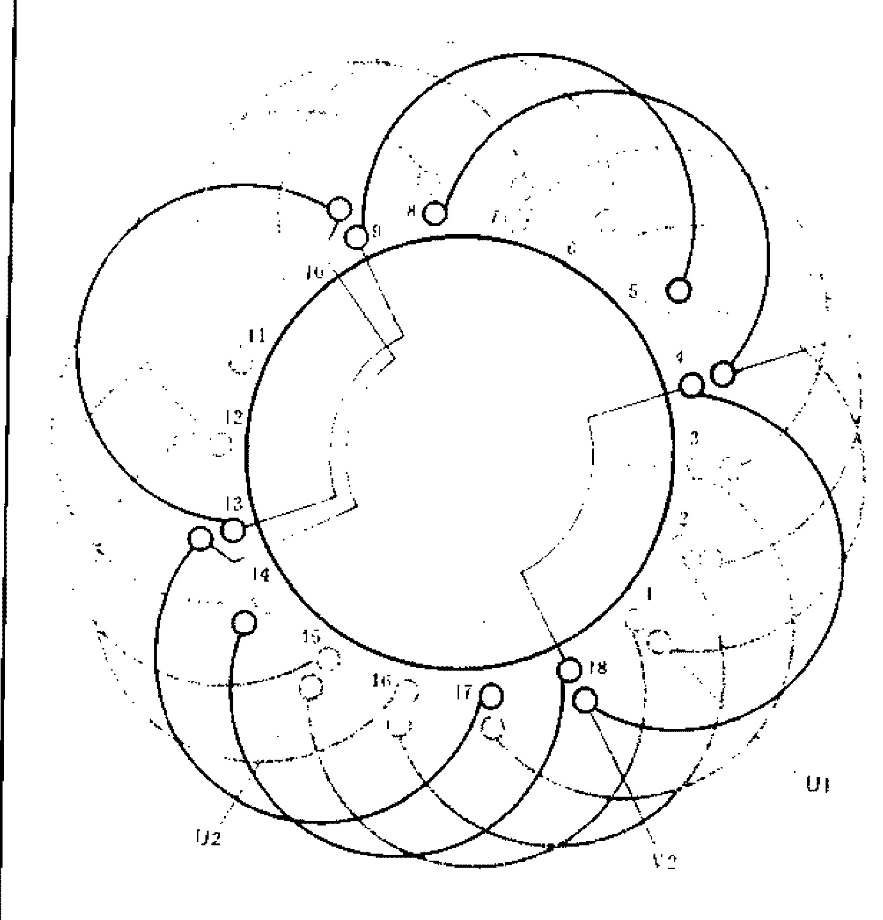


图 3.4.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　每组圈数 $S_U=3$　$S_V=1\frac{1}{2}$　绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q_U=3$　$q_V=1\frac{1}{2}$　绕组系数 $K_{dpU}=0.831$

$K_{dpV}=0.939$

总线圈数 $Q=18$　线圈组数 $u=8$　线圈节距 $Y=1—5$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为4，即嵌好一槽向后退，连续嵌入4槽线圈边后开始整嵌，依次将线圈逐个顺次嵌至完成。嵌线顺序见下表：

表 3.4.2 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	2	1	18	17		16		15		14		13		12		11	
	上层						3		2		1		18		17		16		15

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	10		9		8		7		6		5		4					
	上层		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4

3. 绕组特点与应用　本例为分数槽绕组，主、副绕组占槽比为2，主绕组采用整数槽安排，即每极相线圈数为3，副绕组每极相槽数 $q_V=1\frac{1}{2}$，只能按分数线圈分布，即绕组由单、双圈交替轮换分布，从而成为标准形式的起动型绕组。此绕组在原(苏)产品 AOЛБО—12/4 及国产早年产品中采用，但现已被正弦绕组代替。

3.4.3　24槽4极双层叠式绕组布线接线图之一

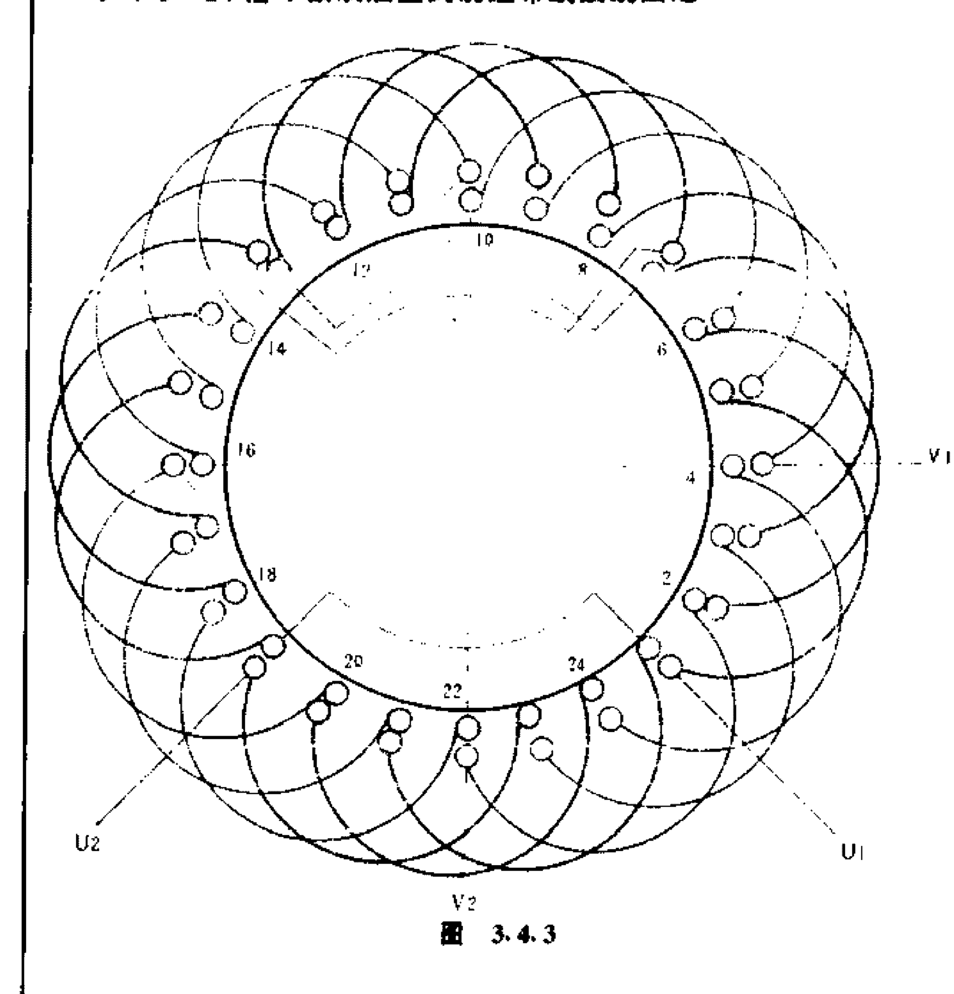


图　3.4.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S_U=3$　$S_V=3$　线圈节距　$Y=1-5$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q_U=3$　$q_V=3$

总线圈数　$Q=24$　绕组系数　$K_{dpU}=0.788$

$K_{dpV}=0.788$

2. 嵌线方法　　嵌线采用交叠法，吊边数为4，即连续嵌入4个线圈边后，从第5槽开始整嵌，并依次逐槽嵌至完成。但线圈绕制和嵌线时必须注意线圈数相同而参数不同的主、副绕组线圈的区分，不能混淆。嵌线顺序见下表：

表 3.4.3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	3	2	1	24	23		22		21		20		19		18		17		16		15		14	
	上层						3		2		1		24		23		22		21		20		19		18

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	13		12		11		10		9		8		7		6		5		4					
	上层		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4

3. 绕组特点与应用　　本例为主、副绕组占槽相等的绕组分布方案，每组均由3只交叠线圈组成。线圈采用缩短⅓极距，能有效地消除三次谐波干扰，但绕组系数低。绕组接线是反接串联，即同相相邻线圈组的“尾与尾”或“头与头”相接，使相邻两组线圈极性相反。由于双层布线的线圈数比单层多一倍，嵌绕很费工时，除早年产品采用外，目前已极少应用。主要应用实例有原(苏)的 AOЛД—22/4 型单相双电容电动机。

3.4.4 24槽4极双层叠式绕组布线接线图之二

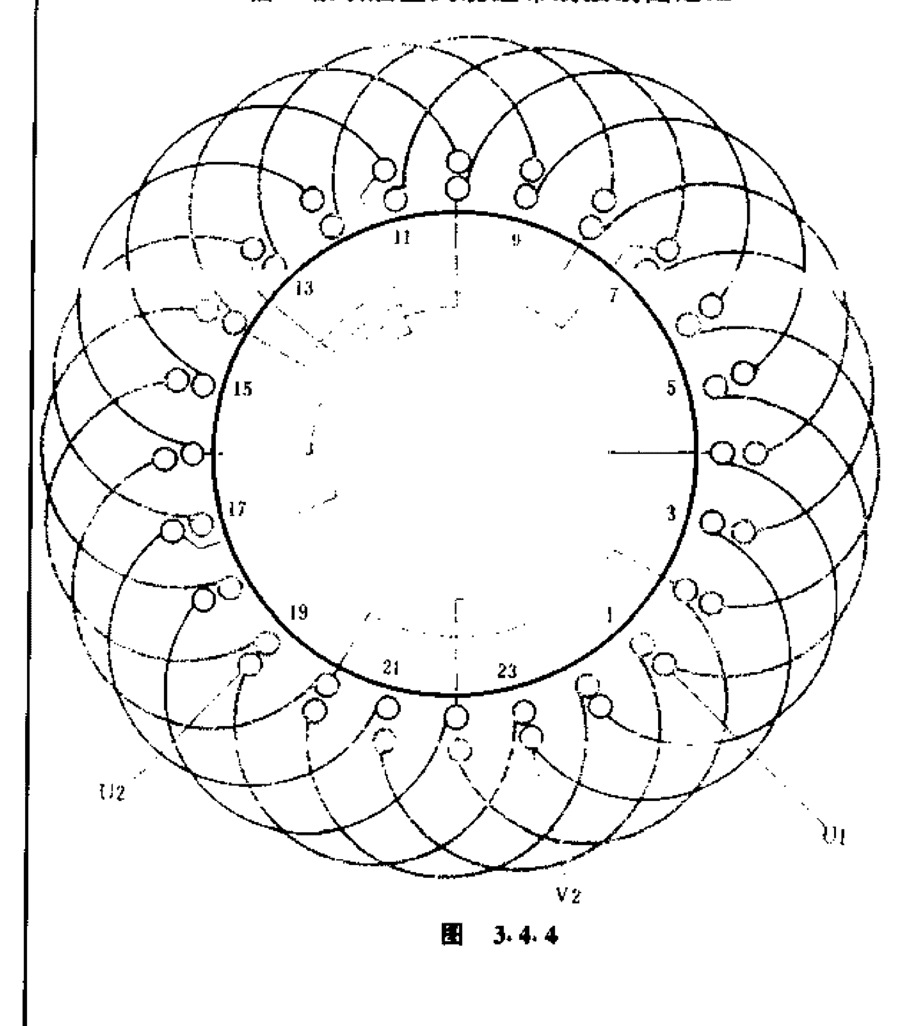


图 3.4.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　每组圈数 $S_U=4$　$S_V=2$　绕组极距 $\tau=6$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q_U=4$　$q_V=2$　绕组系数 $K_{dpU}=0.725$

$K_{dpV}=0.837$

总线圈数 $Q=24$　线圈组数 $u=8$　线圈节距 $Y=1—5$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为4，即嵌好一槽向后退，连续嵌入4个线圈单边后，从第5个线圈开始整嵌，并依次逐槽嵌至完成。但嵌线时要区分主、副绕组，使4联组与2联组交替嵌入。嵌线顺序见下表：

表 3.4.4　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	4	3	2	1	24		23		22		21		20		19		18		17		16		15	
	上层						4		3		2		1		24		23		22		21		20		19
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	14		13		12		11		10		9		8		7		6		5					
	上层		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5

3. 绕组特点与应用　本例为起动型单相电动机绕组方案，两绕组采用不同的占槽数，主绕组占16槽，并由16只线圈组成，分4组，每组有4只线圈；副绕组只占8槽，每2只线圈为一组。线圈节距较极距短2槽，绕组系数较低，但能有效地消除三次谐波的干扰而获得较好的电气性能。主要应用实例有原(苏)的АОЛБ—11/4型电阻起动单相电动机；国内矿山使用的挖掘机附属通风电动机也有用此绕组，但目前多已改用正弦绕组重新绕制。

3.5 单相双层链式绕组

单相双层链式绕组是双叠绕组的特殊型式，简称双链绕组。它的每组线圈仅有一只元件，是正弦绕组不可替代的常用绕组型式之一，但实用范例不多。双链绕组采用显极布线，线圈节距较短，且固定不变，即 $Y=2$。

一、绕组参数

（1）总线圈数　　双链绕组属双层绕组，故线圈数等于槽数，即

$$Q=Z$$

（2）线圈组数　　绕组显极布线时每相线圈组数等于极数，故主、副绕组共有线圈组数为

$$u=4p$$

（3）每组圈数　　双链绕组线圈数固定为 1，即 $S=1$。

（4）线圈节距　　双链绕组属双层全距绕组，但线圈节距则是不变的，即

$$Y=Z/2p=\tau=2$$

（5）绕组系数　　因属全距绕组，且每组圈数为 1，故绕组系数 $K_{dp}=1$

式中其余符号意义同 3.1 节。

二、绕组特点

（1）单相双层链式绕组只采用显极布线；

（2）双链绕组一般只能构成整距绕组，但节距较短，仅跨 2 槽，嵌线不会困难；

（3）绕组为双层布线，线圈数多，嵌线较费工时，而且槽内需隔层间绝缘，槽满率较低；

（4）主、副绕组占槽相等，宜用于运行型的单相电动机；

（5）此绕组型式目前主要应用于外转子吊扇用电容式电动机。

三、绕组嵌线

双链绕组的嵌线方法有两种。一是用交叠法嵌线，每只线圈两有效边分置于异槽的上、下层，其线圈端部呈交叠状的整齐排列，这种嵌线方法属正规布线方法；另一是整嵌法，属简便嵌法，它将主、副绕组分开嵌线，先嵌主绕组，后嵌副绕组，而且在一相绕组中对称嵌入，使一半线圈两有效边处在槽底，另一半处于槽面。此种嵌法的好处是无需吊边，方便操作，但线圈端部层次较多，整体性较差。

四、绕组连接

单相双层链式绕组是显极布线，同相相邻线圈间的极性必须相反，故接线时应“头与头”或“尾与尾”相接。

本节例图中红色线条代表主绕组；绿色线条代表副绕组。

3.5.1 8槽4极双层链式绕组布线接线图

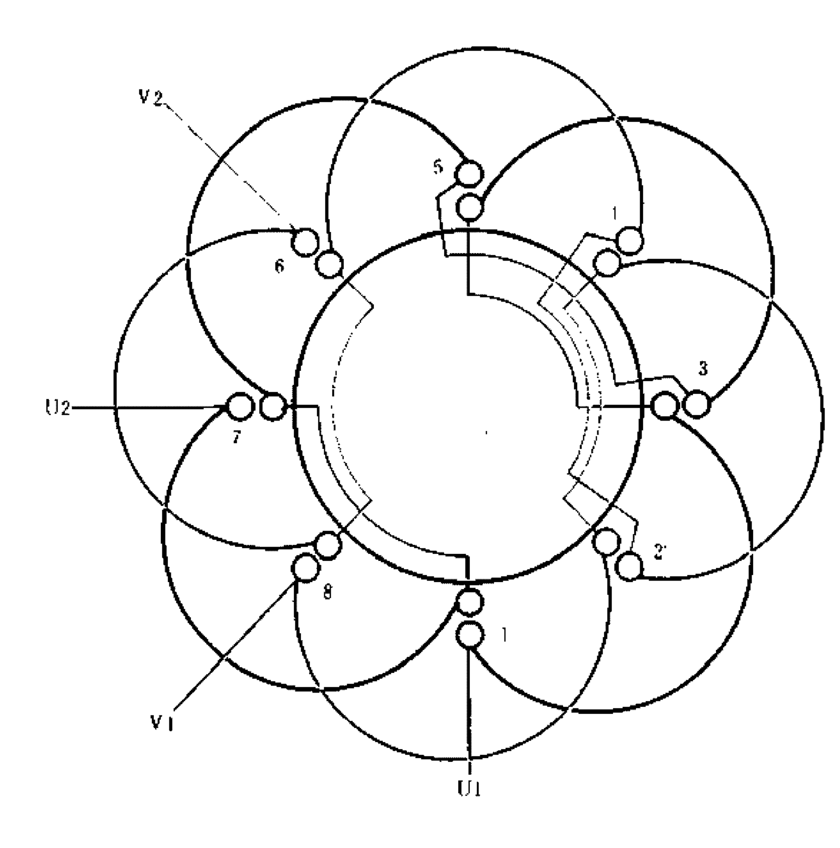


图 3.5.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=8$ 线圈组数 $u=8$ 绕组极距 $\tau=2$

电机极数 $2p=4$ 每组圈数 $S=1$ 线圈节距 $Y=1—3$

总线圈数 $Q=8$ 极相槽数 $q=1$ 绕组系数 $K_{dpU}=1$

$K_{dpV}=1$

2. 嵌线方法　本绕组可采用两种嵌线方法：

(1) 交叠法　属正规布线方法，本例布线图即按此嵌法绘制。它的每个线圈两有效边分别嵌置于两槽的上下层，使绕组端部结构紧密；但每只线圈端部均需衬隔绝缘。嵌线顺序见下表：

表 3.5.1(a) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	8	7		6		5		4		3		2			
	上层				1		8		7		6		5		4	3	2

(2) 整嵌法　属简便嵌法。嵌线是先嵌主绕组，后嵌副绕组，使两绕组端部分置于上下平面层次，每一绕组的线圈则要对称嵌入。嵌线顺序见下表：

表 3.5.1(b) 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	3	5	7					8	2	4	6				
	上层					7	1	3	5					6	8	2	4

3. 绕组特点与应用　绕组8只线圈嵌于8槽定子，由于节距短，嵌线比较容易，是家用外调速电扇电动机常用的典型绕组型式之一。常用于400mm台扇、落地扇等。

3.5.2 28槽14极双层链式绕组布线接线图

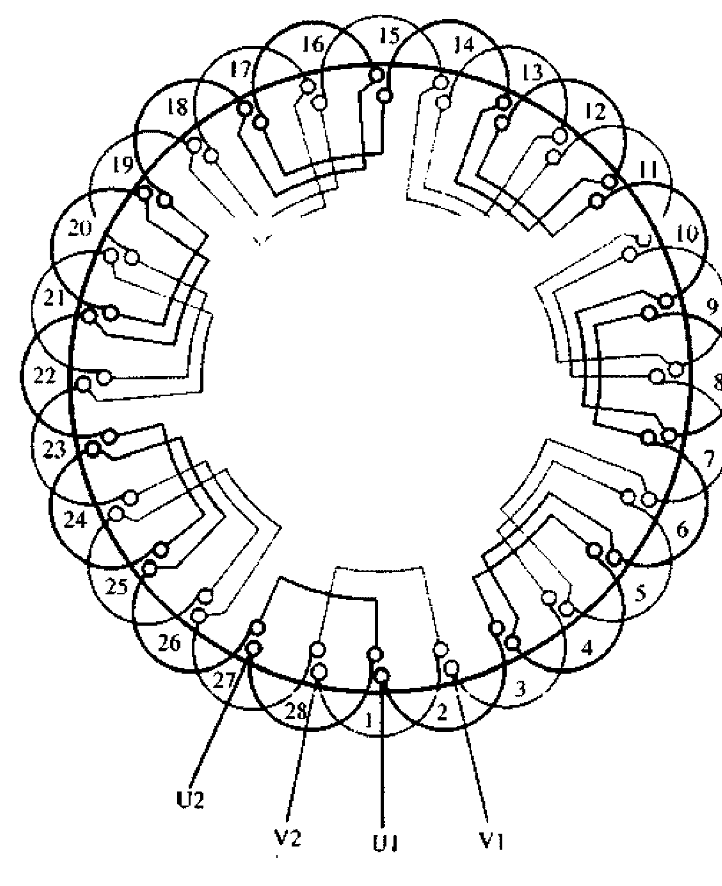


图 3.5.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=28$　线圈组数 $u=28$　绕组极距 $\tau=2$

电机极数 $2p=14$　每组圈数 $S=1$　线圈节距 $Y=1-3$

总线圈数 $Q=28$　极相槽数 $q=1$　绕组系数 $K_{dpU}=1$

$K_{dpV}=1$

2. 嵌线方法　本例嵌线采用交叠法，吊边数为 2。嵌线顺序见下表：

表 3.5.2 交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
嵌入槽号	下层	1	2	3		4		5		6		7		8		9		10		11
	上层				1		2		3		4		5		6		7		8	

嵌绕次序		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
嵌入槽号	下层		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	上层	9		10		11		12		13		14		15		16		17		18

嵌绕次序		39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
嵌入槽号	下层	21		22		23		24		25		26		27		28			
	上层		19		20		21		22		23		24		25		26	27	28

3. 绕组特点与应用　本例为小容量的多极数电动机绕组，每组只有 1 只线圈，线圈绕制可采用连绕、连嵌工艺，这样既可省去组(线圈)间的连接麻烦，也可节省工时，提高工效而降低成本。本方案常用于外转子式吊扇电容电动机。主要应用实例有 900mm 电容式吊扇。

3.5.3 32槽16极双层链式绕组布线接线图

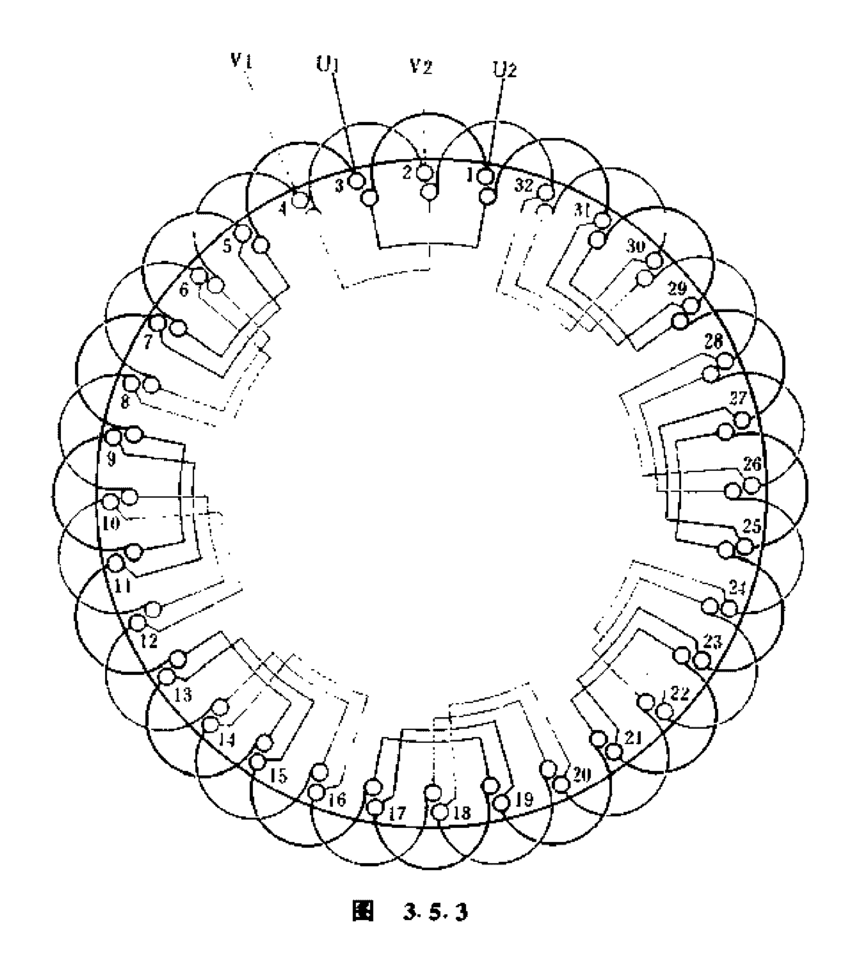


图 3.5.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=32$　线圈组数 $u=32$　绕组极距 $\tau=2$

电机极数 $2p=16$　每组圈数 $S=1$　线圈节距 $Y=1-3$

总线圈数 $Q=32$　极相槽数 $q=1$　绕组系数 $K_{dpU}=1$

$K_{dpV}=1$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线。对吊扇内定子嵌线时常用前进式嵌线，嵌线顺序见下表：

表 3.5.3 交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	1	2	3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
	上层				1		2		3		4		5		6		7		8		9		10

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层	13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23	
	上层		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64		
嵌入槽号	下层	24		25		26		27		28		29		30		31		32					
	上层		22		23		24		25		26		27		28		29		30	31	32		

3. 绕组特点与应用　主、副绕组分别由16只线圈组成，线圈节距均为2槽，嵌线比较方便。因属显极式布线，同相相邻线圈极性必须相反，故接线是“尾与尾”或“头与头”相接，使之极性相反。此绕组只用于单相电容运转电动机，应用实例有1200～1400mm吊扇用电容电动机。

3.5.4 36槽18极双层链式绕组布线接线图

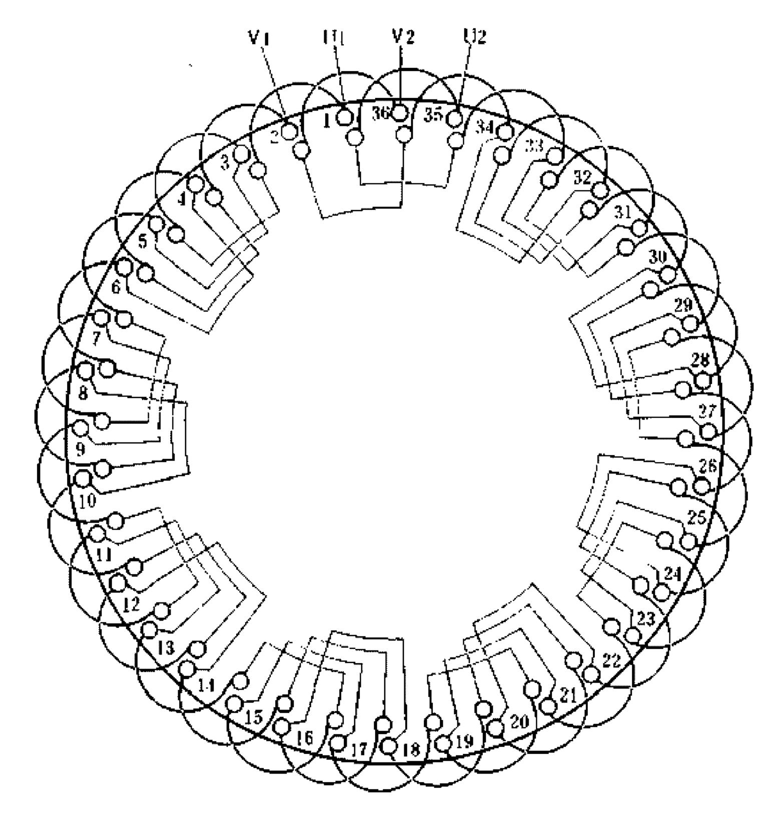


图 3.5.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　线圈组数 $u=36$　绕组极距 $\tau=2$

电机极数 $2p=18$　每组圈数 $S=1$　线圈节距 $Y=1-3$

总线圈数 $Q=36$　极相槽数 $q=1$　绕组系数 $K_{dpU}=1$

$K_{dpV}=1$

2. 嵌线方法　本例采用前进式交叠嵌线，吊边数为2，即嵌入1槽吊起1边往前推，再嵌1槽再吊起1边再前推，以后线圈开始整嵌，但嵌线时注意主、副绕组线圈要交替嵌入。嵌线顺序见下表：

表 3.5.4　交叠法(前进式嵌线)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	2	3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	上层				1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25	
	上层		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36			
	上层		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34	35	36

3. 绕组特点与应用　本例为显极布线，为慢速电容吊扇采用。主、副绕组分别由18只线圈按相邻反极性串联形成18极。主要应用实例有1200～1500mm电容式吊扇电动机。

3.6 单相单双层混合式绕组

单相单双层混合式绕组是由单层和双层线圈构成的同心式绕组，它是由双层叠式短距绕组演变而来，即将双叠绕组中同相、同槽的部分双层线圈有效边归并为单层槽，从而使绕组具有两种线圈结构的绕组型式。单相单双层绕组又分A、B两类：A类的同心大节距线圈为双层布线；B类则同心小节距线圈用双层布线。此外，还有非正交分布的型式，均在本节图例中介绍。

一、绕组参数

(1) 总线圈数　单双层绕组总线圈数介于单层和双层绕组之间，并视单层线圈的量而定，即单层线圈越多则总线圈数越少。通常由于主、副绕组每组线圈数相等，故绕组的总线圈数为

$$Q=S'u$$

(2) 线圈组数　单双层绕组是显极布线，每相线圈组数等于极数，故

$$u=4p$$

(3) 每组圈数　每组线圈中包括单层和双层线圈，由下式表示：

$$S=Z/8p$$

它的计算值为带分数，其中整数代表单层(整槽)线圈数目，分数为½，代表一只双层(半槽)线圈，但采用特殊异形槽的绕组例外。

(4) 绕组系数　因单双层绕组属短距绕组，绕组系数由下式确定：

$$K_{dp}=\frac{0.707}{C\sin(45°/C)}\sin\left(90°\frac{Y_o}{\tau}\right)$$

式中 S'——绕组每组线圈的自然个数，即整槽和半槽线圈均为1个；

C——每极相槽数$\left(q=\frac{C}{d}\right)$不可约分假分数中的分子；

Y_o——同心绕组平均节距。

二、绕组特点

单双层混合式绕组是从单相双叠短距绕组演化而来(除个别特殊设计的异形槽铁心外)的同心式绕组，其特点如下：

(1) 线圈数介乎于单层和双层之间，而目前实际应用中的主、副绕组每组线圈数相等；

(2) 它具有单层绕组槽满率高的特点；同时又具有双层绕组可任意选用线圈节距的特点；

(3) 它还可改善磁势波形，具有起动性能良好等优点；

(4) 它可构成运行型和起动型布线方案，但实用上多应用于运行型电动机；

(5) 绕组有单、双层线圈，嵌绕工艺较复杂。

三、绕组嵌线

采用整嵌法嵌线构成不规整双平面绕组。

四、绕组连接

单双层绕组是显极布线，同相线圈组间的极性应相反，即接线是“头与头”或“尾与尾”相接。

本节例图中黄色为主绕组；绿色为副绕组。

3.6.1 12槽2极单双层混合式绕组布线接线图

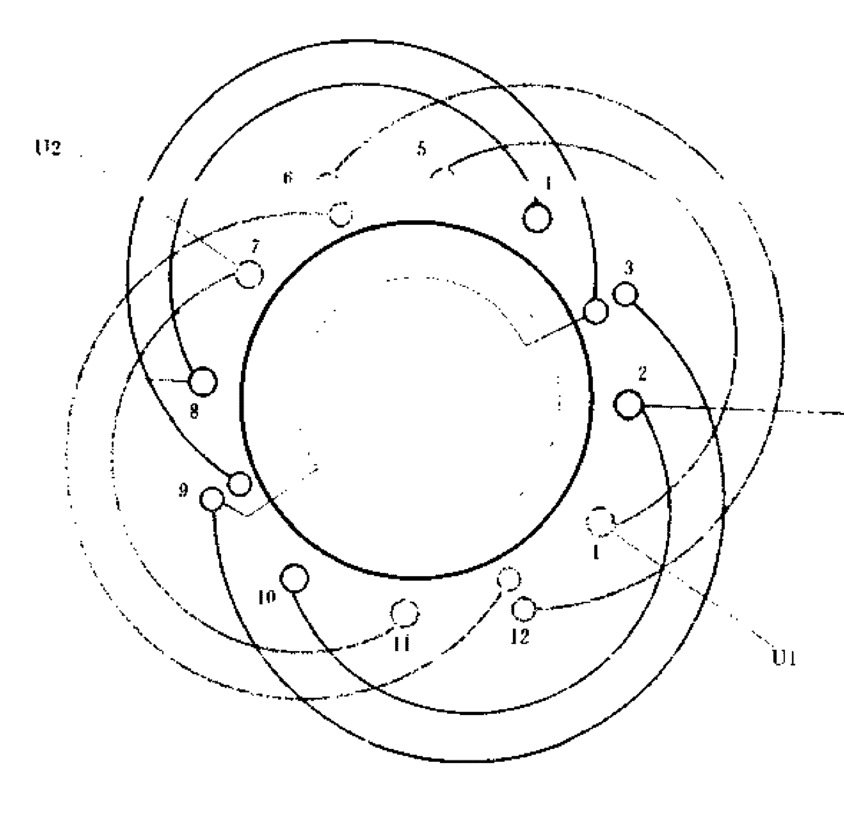


图 3.6.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=12$ 线圈组数 $u=4$ 线圈节距 $Y_1=1-7$ $Y_2=2-6$

电机极数 $2p=2$ 每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$ 绕组极距 $\tau=6$

总线圈数 $Q=8$ 极相槽数 $q=3$ 绕组系数 $K_{dpU}=0.91$ $K_{dpV}=0.91$

2. 嵌线方法 绕组采用分层整圈嵌线，先嵌主绕组，后嵌副绕组。因绕组既有单层线圈又有双层线圈，故对一组线圈的嵌线宜先嵌单层小线圈，而双层大线圈则有两种布线：一种是用交叠布线，即线圈两有效边分置于两槽的不同层次(上、下层)；另一种是如例图所用的整嵌布线，使双层大线圈两有效边分置于相同层次(上层或下层)。但主、副绕组嵌好后，其端部均形成双平面层次。嵌线顺序见下表：

表 3.6.1 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
单层槽号	沉边	1	5			7	11										
	浮边									10	2			4	8		
双层槽号	下层			12	6							9	3				
	上层							6	12							3	9

3. 绕组特点与应用 绕组为显极布线，大线圈为双层线圈，属A类。主、副绕组占槽相等，每组有1½槽线圈分布于对称位置，是12槽2极单相电动机较合理的布线型式，常用于运行型电机绕组。主要应用实例有抽油烟机用小型电动机。

3.6.2 12槽4极单双层混合式绕组布线接线图

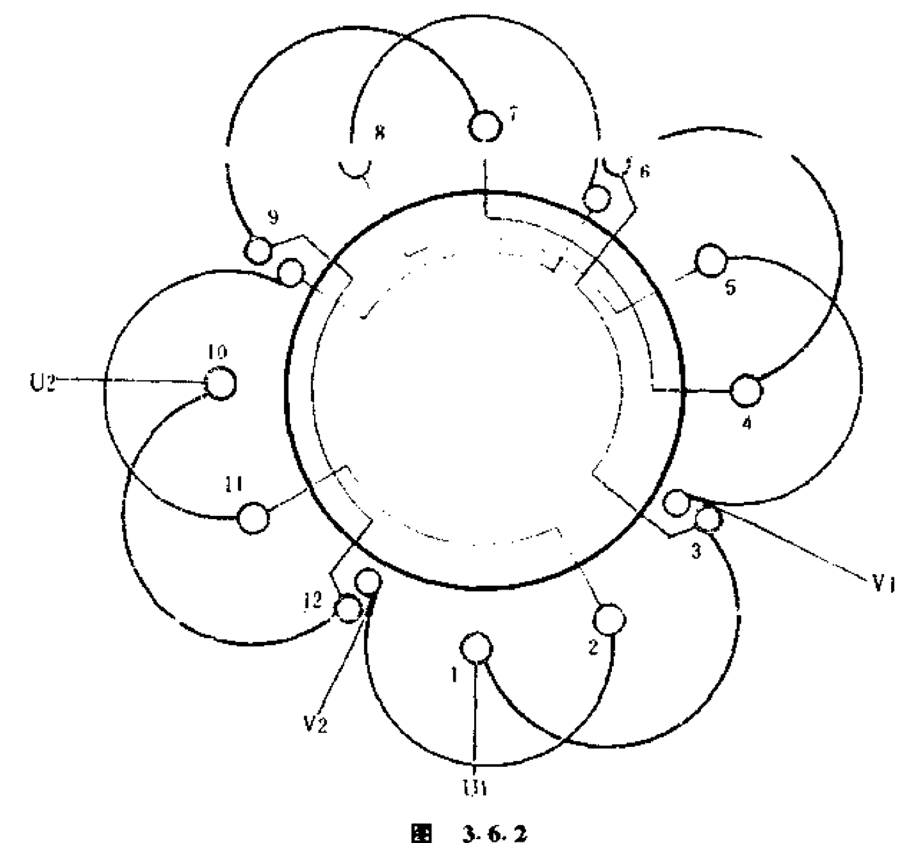


图 3.6.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=12$ 线圈组数 $u=8$ 线圈节距 $Y=1-3$

电机极数 $2p=4$ 每组圈数 $S=3/4$ 绕组极距 $\tau=3$

总线圈数 $Q=8$ 极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$ 绕组系数 $K_{dpU}=0.91$ $K_{dpV}=0.91$

2. 嵌线方法 绕组采用整嵌法，将主绕组线圈嵌入相应槽内，完成后再嵌副绕组。嵌线顺序见下表：

表 3.6.2 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	3	10	12	7	9	4	6								
	上层									3	5	12	2	9	11	6	8

3. 绕组特点与应用 此绕组每组线圈数为分数，即无整数槽的单层线圈，绕组方案可属特殊型式布线，原见于国外产品，但近年在国内家用电器上已有应用。本绕组用于运行型电动机，为使主、副绕组占槽相等，在12槽中安排8只线圈，故必有4个槽用双层布线。为此将铁心设计成方形，并将四角处的3、6、9、12号槽设计为大截面积的异形槽，使其嵌入双层线圈边，这样，无论单层或双层线圈的匝数均相等，铁心能得到充分利用。此外，绕组用短节距线圈布线，不但嵌线方便、用料节省，而且能有效地削弱高次谐波影响而获得8槽电动机的运行性能。是一种较新颖的绕组型式。主要应用实例有抽油烟机用电动机。

3.6.3 24槽4极单双层混合式绕组布线接线图之一

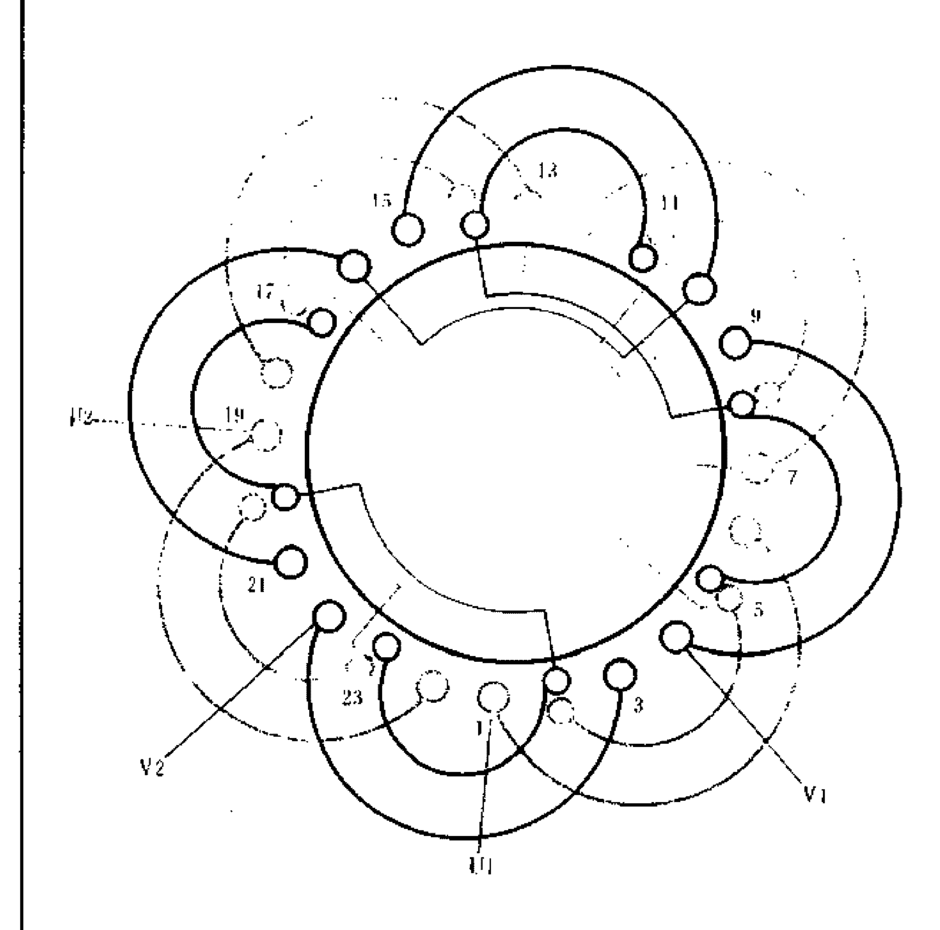


图 3.6.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 线圈组数 $u=8$ 线圈节距 $Y_1=1-6$ $Y_2=2-5$

电机极数 $2p=4$ 每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$ 绕组极距 $\tau=6$

总线圈数 $Q=16$ 极相槽数 $q=2$ 绕组系数 $K_{dpU}=0.879$ $K_{dpV}=0.879$

2. 嵌线方法 绕组采用整嵌法嵌线，先将主绕组嵌人相应槽内，衬垫层间绝缘后再嵌副绕组，使主、副绕组端部分置于上、下平面层次。嵌线顺序见下表：

表 3.6.3 整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
下层槽号	2	5	1	6	20	23	19	24	14	17	13	18	8	11	7	12
嵌绕次序	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
上层槽号	5	8	4	9	23	2	22	3	17	20	16	21	11	14	10	15

3. 绕组特点与应用 主、副绕组均采用相同型式的短节距线圈布线，每组由两只同心线圈组成，其中大线圈为单层；小线圈为双层。因大线圈节距小于极距，在单双层中属B类绕组安排。每相绕组中的线圈组数等于极数，属显极式布线，故同相线圈间应为反极性，即采用“尾与尾”或“头与头”相接。由于线圈节距短，不但节省铜线，嵌线也较方便，而且杂散损耗较小，电动机运行性能也较好。常用于普及型洗衣机的电容运转电动机。

3.6.4 24槽4极单双层混合式绕组布线接线图之二

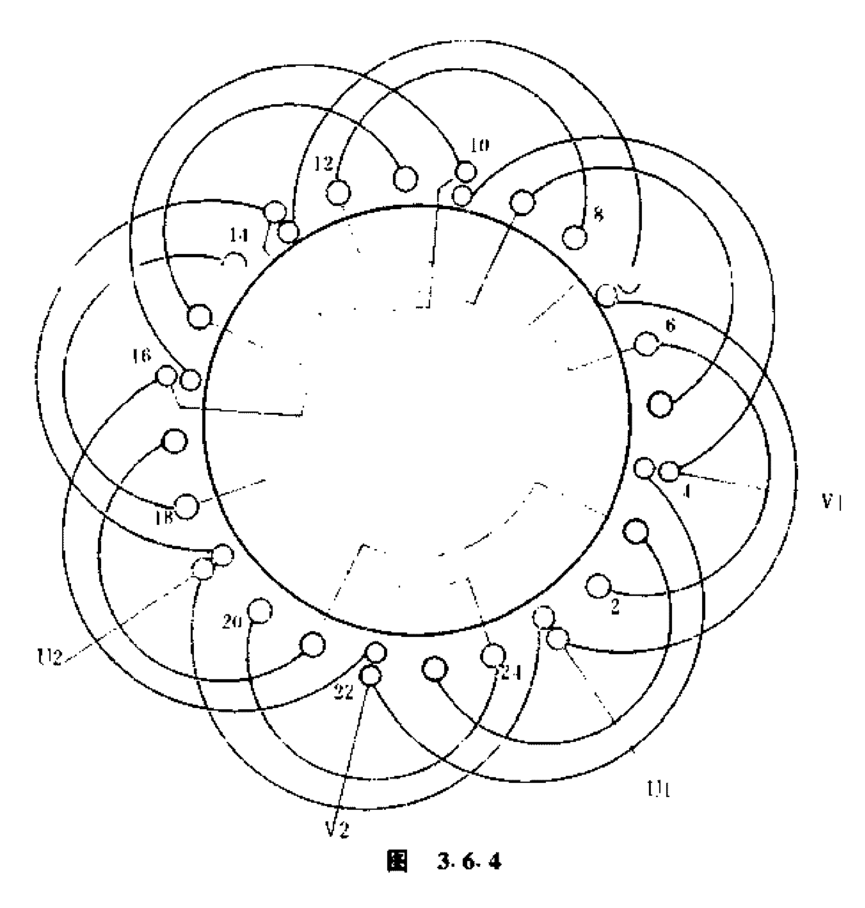


图 3.6.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　线圈组数 $u=8$　线圈节距 $Y_1=1-7$　$Y_2=2-6$

电机极数 $2p=4$　每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$　绕组极距 $\tau=6$

总线圈数 $Q=16$　极相槽数 $q=2$　绕组系数 $K_{dpU}=0.91$　$K_{dpV}=0.91$

2. 嵌线方法　本例绕组结构与上例不同，即双层线圈是同相线圈，故可有两种嵌线方法：

(1) 交叠法　将双层线圈用交叠嵌线，嵌好后线圈安排如图所示，吊边数为1。嵌线顺序见下表：

表 3.6.4(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	2	6	1	20	24	19		14	18	13		8	12	7		
	上层							1				19				13	7
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层			4			22				16				10		
	上层	5	9		23	3		4	17	21		22	11	15		16	10

(2) 整嵌法　主、副绕组分层嵌入形成双平面绕组，无需吊边，实际应用较多。嵌线顺序见下表：

表 3.6.4(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	2	6	1	7	14	18	13	19	8	12	7	13
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下平面	20	24	19	1								
	上平面					23	3	22	4	11	15	10	16
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	上平面	5	9	4	10	17	21	16	22				

3. 绕组特点与应用　主、副绕组布线型式相同，每组由同心双圈构成，但大线圈为全距双层线圈，属单双层A类安排，绕组系数略高于上例。主要应用实例有JXX－90等洗衣机用单相电容电动机。

3.7 单相正弦绕组

正弦绕组是每极匝数按正弦规律分布，并采用单双层混合布线的同心式绕组。

一、绕组参数

（1）总线圈数　$Q=2p(S_U+S_V)$

（2）线圈组数　$u=4p$

（3）每组圈数　正弦绕组完善的安排为双层形式，即总线圈数等于槽数，图例中称为"满圈"；也可安排部分单层线圈，称为"缺圈"。正弦绕组每组圈数由正弦布线方案确定。

（4）线圈匝比　$K_n=W_p/W_n\times100\%$

式中 S_U——主绕组每组线圈数；

S_V——副绕组每组线圈数；

W_p——每极匝数；

W_n——线圈匝数。

此外，绕组系数可根据选用的正弦绕组方案通过查表或计算求取；因其计算复杂，且图例中均已列举，故而从略。

二、图例的标题

正弦绕组的标题除以槽数、极数等编排外，还表示布线类型，如

3/2—A/B

A/B——线圈安排类型。其中分子表示主绕组为 A 类（最大线圈节距等于极距）安排；分母表示副绕组为 B 类（最大线圈节距等于极距减 1）安排。

3/2——线圈分布规格。其中分子表示主绕组每极（组）由 3 只线圈组成；分母表示副绕组每极（组）由 2 只线圈组成。

此外，若主、副绕组安排类型为 B 时，可标示为 3/2－B.

三、绕组特点

（1）正弦绕组具有普通单层和双层绕组的综合特征，其组合形式变化甚多，可根据不同需要选用相宜方案；

（2）正弦绕组具有削减高次谐波干扰的特性、从而使电机的损耗降低、效率提高并改善起动、运行性能等优点。目前已为一般单相电动机及家用电动机普遍采用；

（3）由于线圈匝数不等，槽满率也不相同，铁心不能充分利用，且给嵌绕工艺带来一定困难。

四、绕组嵌线

正弦绕组可用整嵌法或局部交叠法嵌线，但主要采用整圈分层嵌线，即将主绕组嵌于下（底）层，绝缘后再把副绕组嵌于上面，使两绕组端部分置于上、下平面层次，构成双平面绕组。仅有 A 类安排的绕组采用上下层交叠法嵌人最大节距线圈。

五、绕组接线

正弦绕组只采用显极布线，故同相相邻线圈组间均为反接串联，即"尾与尾"或"头与头"相接，使两组极性相反。

正弦绕组布线型式可有数十种，本节所列仅为国产一般用途电动机及修理中所搜集到的国内外家用电器用单相电动机的正弦绕组。

本节例图采用双色绘制，红色代表主绕组（U1、U2）；绿色代表副绕组（V1、V2）。

3.7.1 12 槽 2 极 2/2—B 正弦绕组布线接线图

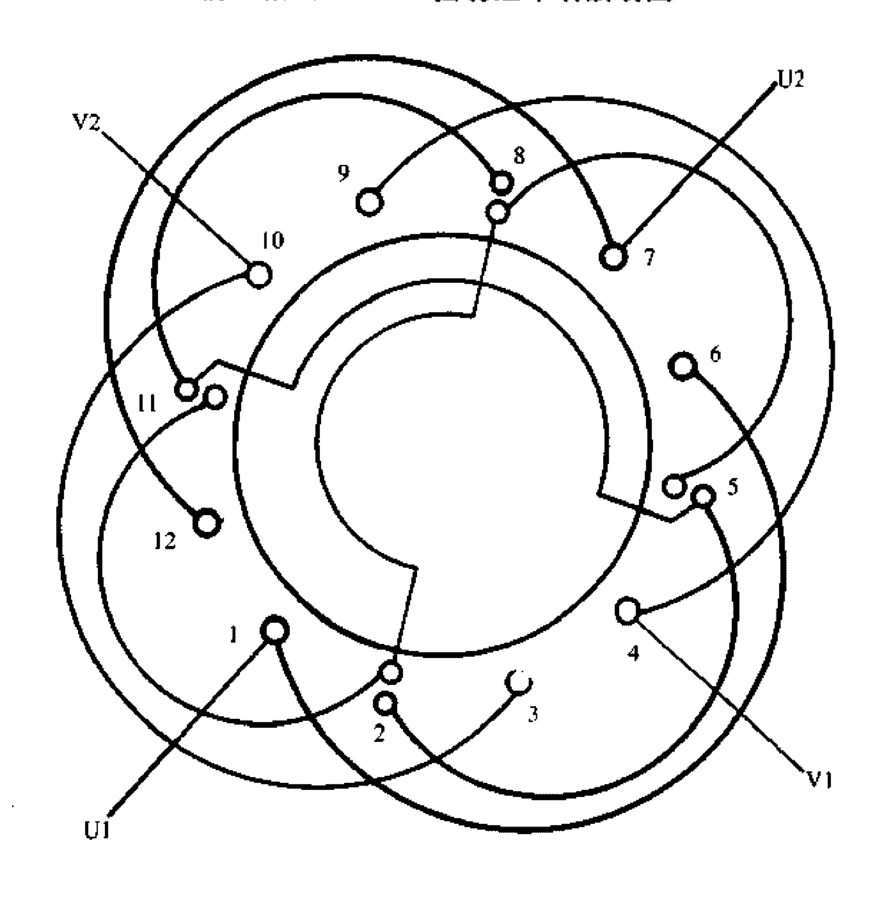


图 3.7.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=12$　　线圈组数 $u=4$　　极相槽数 $q=3$

电机极数 $2p=2$　　每槽电角 $\alpha=30°$　　绕组极距 $\tau=6$

总线圈数 $Q=8$　　每组圈数 $S_U=2$

$S_V=2$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节　距	$K_u\%$	K_{dpU}	布线类型	节　距	$K_u\%$	K_{dpV}
2B	1~6	0.577	0.856	2B	4~9	0.577	0.856
	2~5	0.423			5~8	0.423	

2. 嵌线方法　　绕组采用分层整嵌，即先将主绕组嵌入相应槽内，再嵌副绕组于面层，使两绕组端部分置于上下两平面。嵌线顺序见下表：

表 3.7.1　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌人槽号	下平面	2	5	1	6	8	11	7	12								
	上平面									5	8	4	9	11	2	10	3

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组布线方案相同，均采用 B 类缺 1 圈布线。绕组占槽率较低，消除高次谐波的效果不够理想；但绕组系数较高，且线圈数较少，嵌绕比较方便。一般应用较少，主要实例有 F—16 型仪用风扇单相电容电动机。

3.7.2　12 槽 2 极 3/3—A 正弦绕组布线接线图

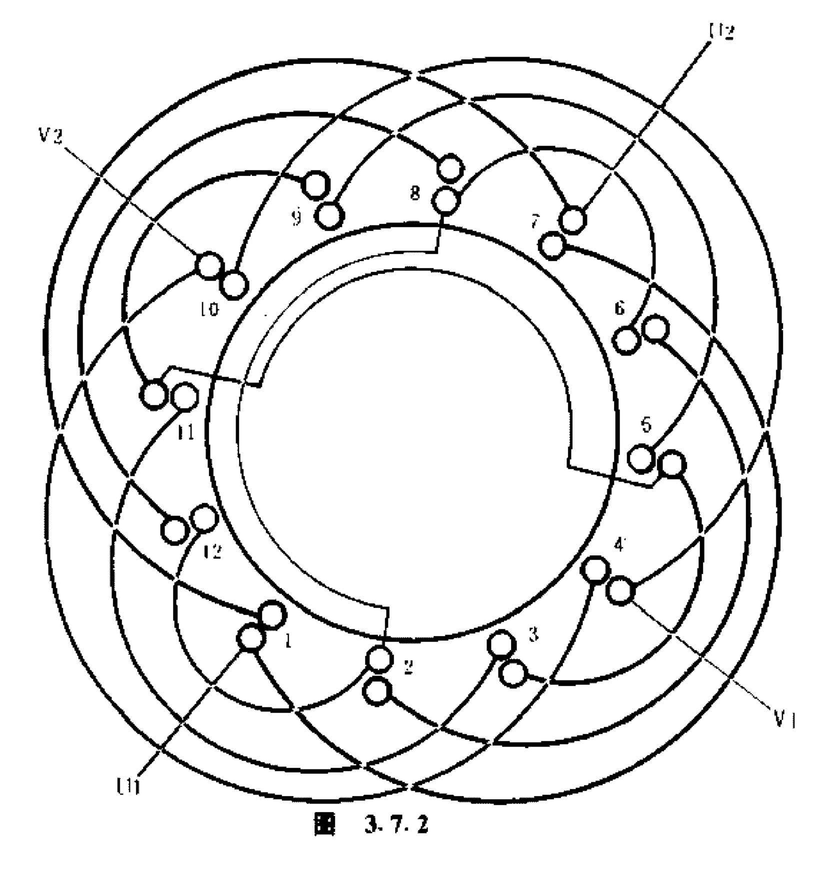


图　3.7.2

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=12$　　线圈组数　$u=4$　　极相槽数　$q=3$

电机极数　$2p=2$　　每槽电角　$\alpha=30°$　　绕组极距　$\tau=6$

总线圈数　$Q=12$　　每组圈数　$S_U=3$

$S_V=3$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节　距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节　距	K_u%	K_{dpV}
3A	1～7	26.8	0.804	3A	4～10	26.8	0.804
	2～6	46.4			5～9	46.4	
	3～5	26.8			6～8	26.8	

2. 嵌线方法　本例正弦绕组为满圈布线，各槽均按双层安排，采用分层整嵌法布线时，最大节距线圈无需交叠。嵌线顺序见下表：

表 3.7.2　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	3	5	2	6	1	9	11	8	12	7							4					10		
	上层											1	7	6	8	5	9		12	2	11	3		4	10

3. 绕组特点与应用　主、副均采用 A 类满圈的正弦布线方案。绕组占槽率高，可基本消除高次谐波而使气隙获得较理想的正弦波磁势；但绕组系数较低，且线圈数多，槽内需隔层间绝缘，故电机槽满率偏低，嵌绕工艺也费工时。主要应用实例如 DO2—5012 单相电容运转电动机。

3.7.3 12 槽 2 极 3/3—B 正弦绕组布线接线图

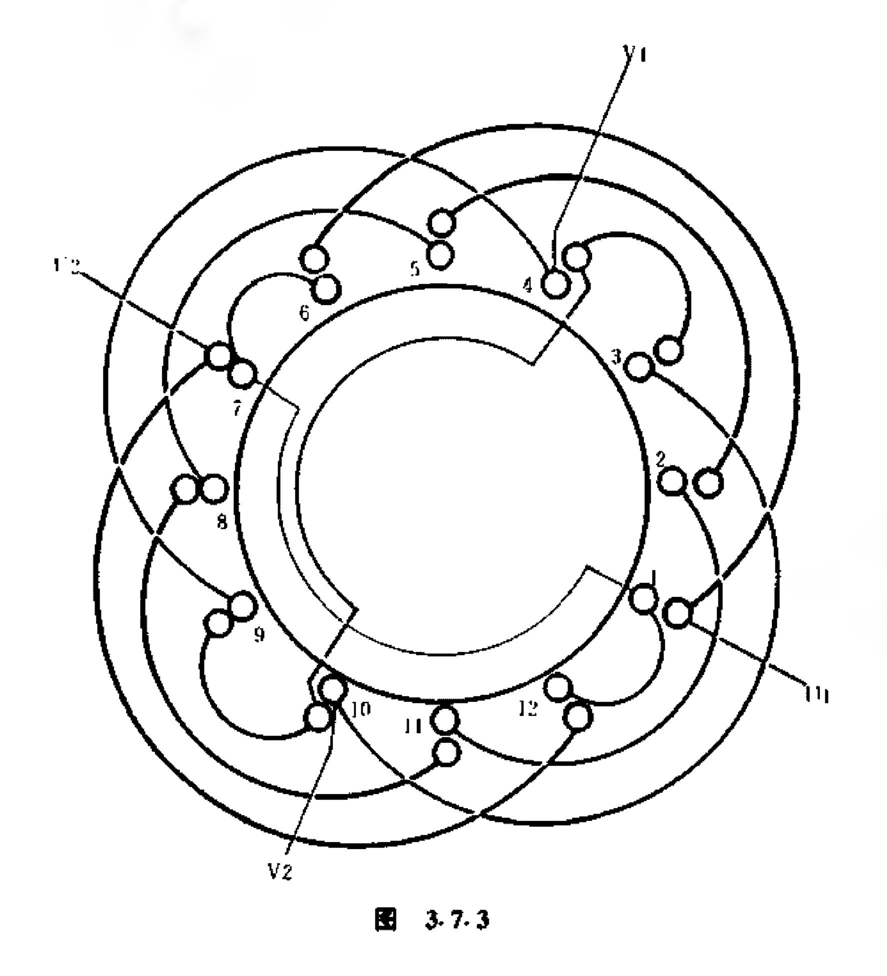


图 3.7.3

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=12$	线圈组数	$u=4$	极相槽数	$q=3$
电机极数	$2p=2$	每槽电角	$\alpha=30°$	绕组极距	$\tau=6$
总线圈数	$Q=12$	每组圈数	$S_U=3$		
			$S_V=3$		

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
3B	1～6	50	0.776	3B	4～9	50	0.776
	2～5	36.6			5～8	36.6	
	3～4	13.4			6～7	13.4	

2. 嵌线方法　绕组采用分层整嵌，先嵌主绕组，再嵌副绕组，使其分置于上下两平面。嵌线顺序见下表：

表 3.7.3 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	3	4	2	5	1	6	9	10	8	11	7	12												
	上层													6	7	5	8	4	9	12	1	11	2	10	3

3. 绕组特点与应用　主、副绕组采用相同的布线方案，即每极均由 3 只同心线圈组成，最大节距线圈小于绕组极距，且全部槽中均为上下层结构，故属 B 类满圈正弦绕组。绕组占槽率高，能基本消除高次谐波影响而获得较好的正弦波磁势；最大线圈无需交叠，嵌线较为方便，但绕组系数略低于上例。主要应用实例有 DO—4512、JX—5022 电容运转单相电动机

3.7.4 12 槽 4 极 2/1—A/B 正弦绕组布线接线图

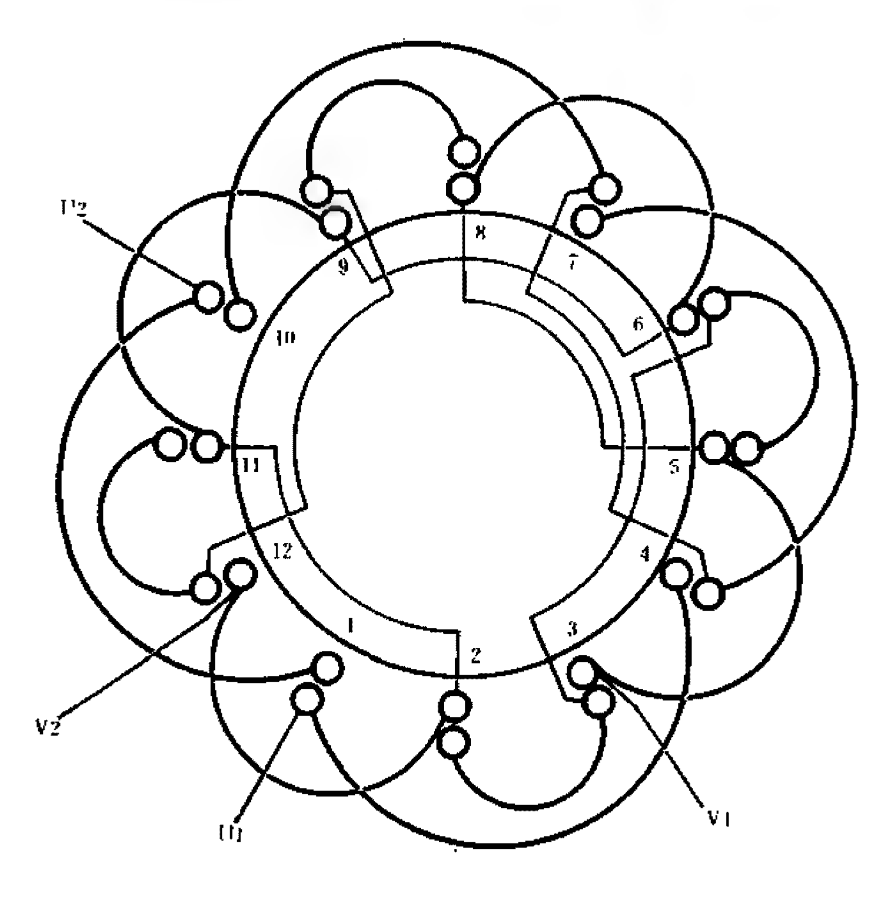


图 3.7.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=12$　　线圈组数 $u=8$　　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$

电机极数 $2p=4$　　每槽电角 $\alpha=60°$　　绕组极距 $\tau=3$

总线圈数 $Q=12$　　每组圈数 $S_U=2$

$S_V=1$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	$K_n\%$	K_{dpU}	布线类型	节距	$K_n\%$	K_{dpV}
2A	1～4	50	0.75	单链	3～5	100	0.866
	2～3	50					

2. 嵌线方法　采用分层嵌线，但主绕组的大节距线圈为同槽上、下层属同相，故可采用整嵌或交叠布线，本例为交叠布线，如图所示。嵌线顺序见下表：

表 3.7.4 分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	3	1	11	12	10		8	9	7		5	6	4										
	上层							1				10				7	4	3	5	12	2	9	11	6	8

3. 绕组特点与应用　本例为正弦绕组的特殊型式，主绕组为 A 类安排，每组由 2 只线圈组成，余下 8 个半槽则只能安排 B 类，但每极只有 1 只线圈，故副绕组实属单链布线。因定子槽数较少，绕成 4 极电动机时，无论主、副绕组均不能形成完整的正弦波形气隙磁势，故高次谐波干扰大，绕组系数也低。绕组相对线圈数少，线圈节距也短，容易嵌线，故常为小容量单相电动机采用。主要应用实例有单相电容运转电动机 DO—4514、DO—5024、DO2—5014 及 JX—4524、JX—4514 等。

3.7.5 16 槽 2 极 3/3—B 正弦绕组布线接线图

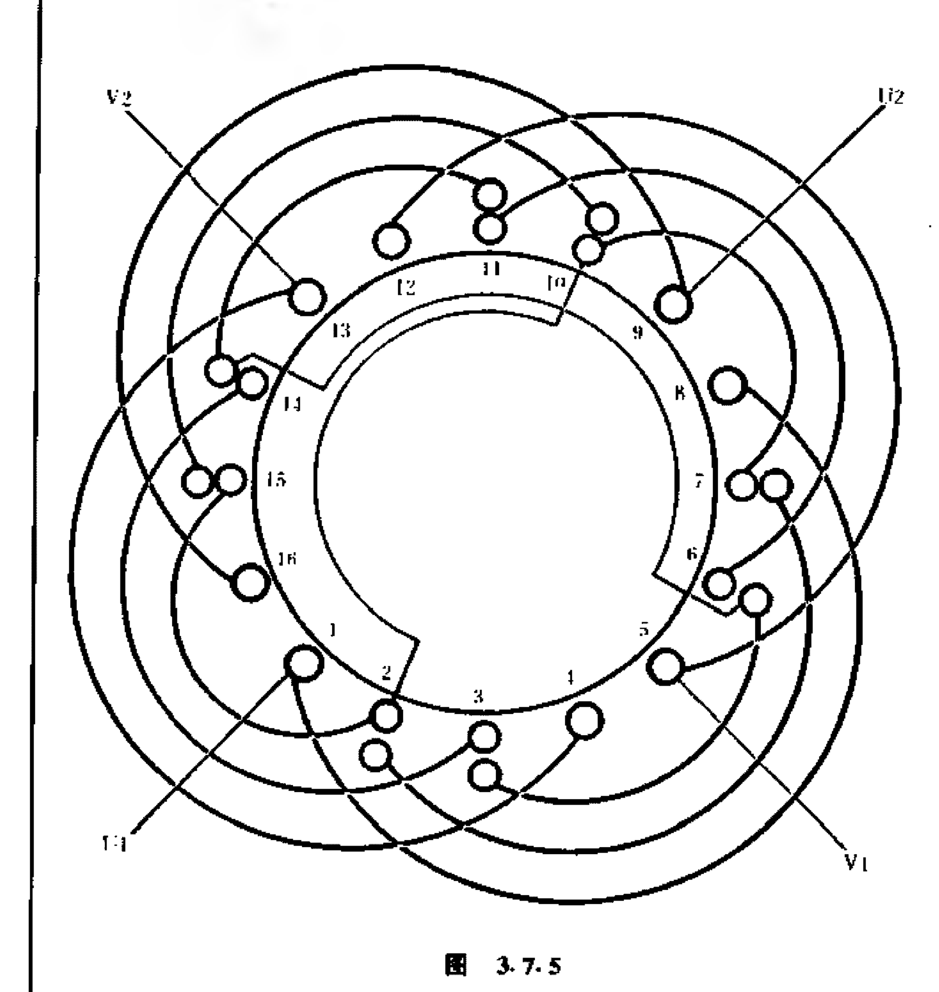


图 3.7.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=16$　线圈组数 $u=4$　极相槽数 $q=4$

电机极数 $2p=2$　每槽电角 $\alpha=20°$　绕组极距 $\tau=8$

总线圈数 $Q=12$　每组圈数 $S_U=3$

$S_V=3$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节　距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节　距	K_u%	K_{dpV}
3B	1~8	41.1	0.827	3B	5~12	41.1	0.827
	2~7	35.1			6~11	35.1	
	3~6	23.8			7~10	23.8	

2. 嵌线方法　　绕组采用分层整圈嵌线，嵌线顺序如下表：

表 3.7.5　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	3	6	2	7	1	8	11	14	10	15	9	16												
	上层													7	10	6	11	5	12	15	2	14	3	13	4

3. 绕组特点与应用　　本例绕组是主、副绕组同方案，均采用 B 类缺圈布线，每组由 3 只同心线圈组成，最大线圈节距小于绕组极距，并安排为单层布线，故绕组有 8 个单边槽，气隙正弦波磁势分布不够规整而存在 3、5、7 次谐波干扰；但绕组系数稍高。此外，因没有同相的双层线圈的槽，嵌线无需吊边而比较方便。应用实例主要有 JX06A—2 单相电容运转电动机。

3.7.6　16槽4极2/2—A正弦绕组布线接线图

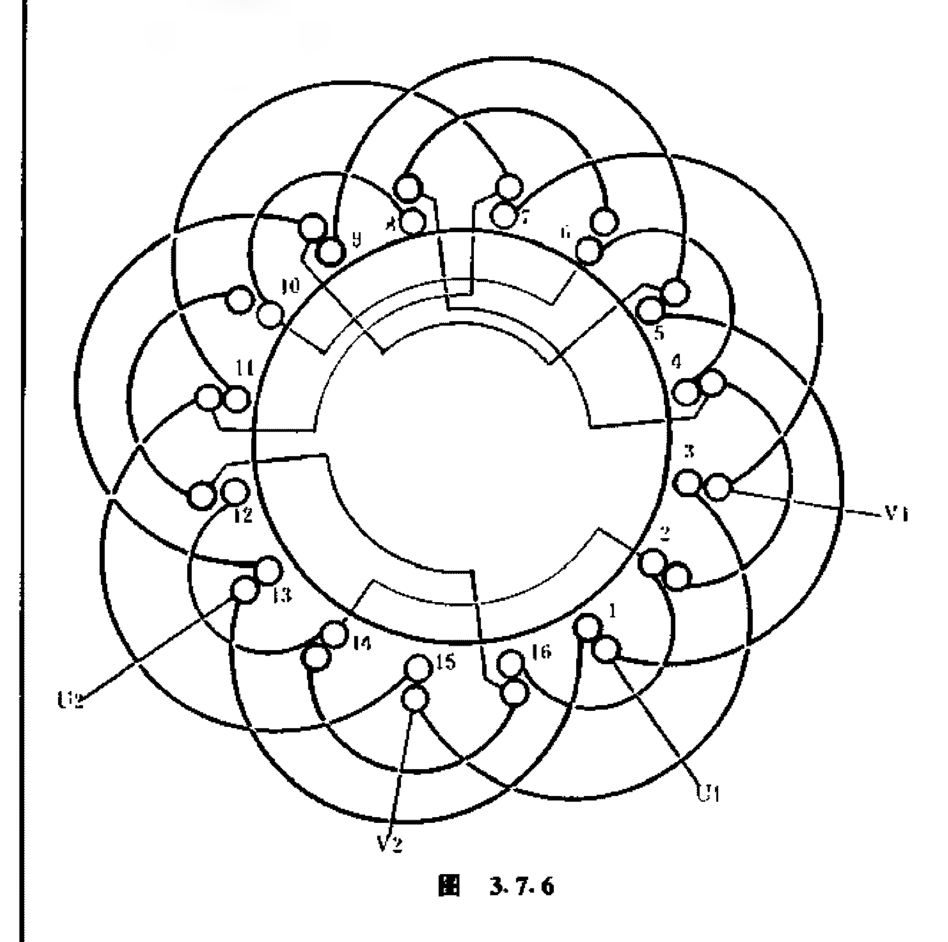


图　3.7.6

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=16$	线圈组数	$u=8$	极相槽数	$q=2$
电机极数	$2p=4$	每槽电角	$\alpha=45°$	绕组极距	$\tau=4$
总线圈数	$Q=16$	每组圈数	$S_U=2$		
			$S_V=2$		

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
2A	1～5	41.4	0.828	2A	3～7	41.4	0.828
	2～4	58.6			4～6	58.1	

2. 嵌线方法　　本例绕组为A类安排，大节距线圈是同相双层，故可采用整嵌法或分层交叠嵌线，如图所示。嵌线顺序见下表：

表3.7.6　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	2	4	1	14	16	13		10	12	9		6	8	5		
	上层							1				13				9	5
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层			3			15				11				7		
	上层	4	6		16	2		3	12	14		15	8	10		11	7

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组均采用A类满圈安排的正弦布线方案，每相由4组线圈组成，同相相邻组间的极性相反，即反向串联接线；每组均由大、小两只同心线圈构成。绕组为全部双层布线，槽利用率高，且能较大程度地削减3、5次谐波干扰，但7次以上高次谐波强度仍较大。主要应用实例有JX06A—4、JX06B—4等单相电容运转电动机。

3.7.7 18 槽 2 极 3/2—A/B 正弦绕组布线接线图

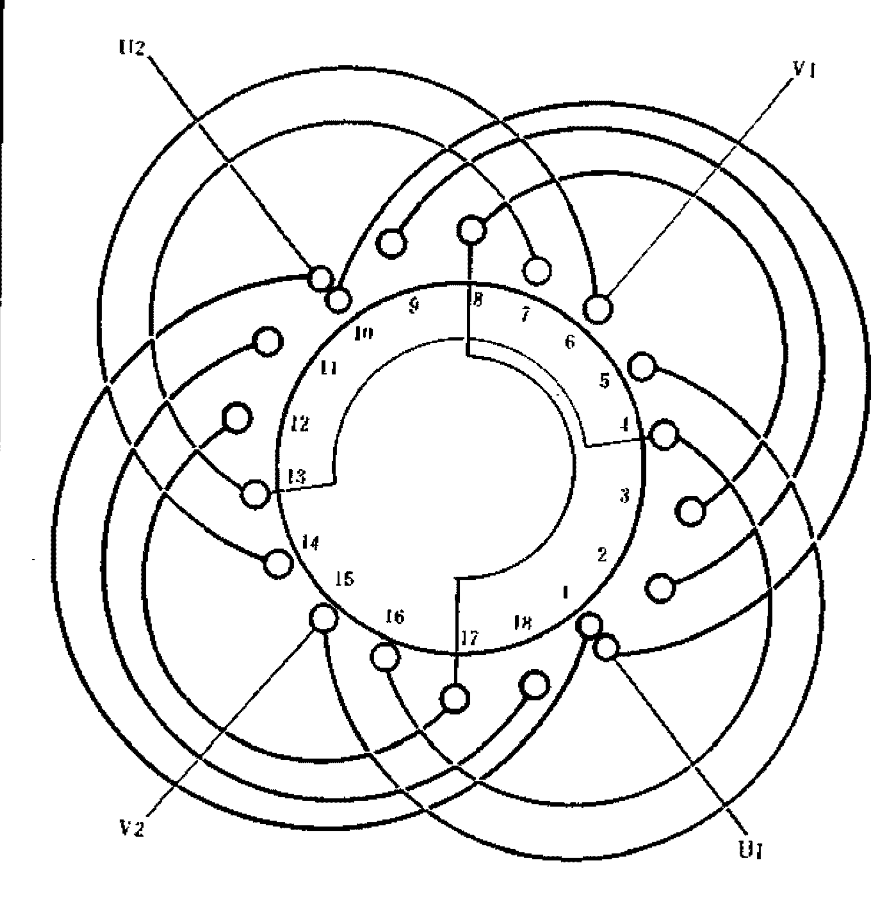


图 3.7.7

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　　线圈组数 $u=4$　　极相槽数 $q=4\frac{1}{2}$

电机极数 $2p=2$　　每槽电角 $\alpha=20°$　　绕组极距 $\tau=9$

总线圈数 $Q=10$　　每组圈数 $S_U=3$

$S_V=2$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主	绕	组		副	绕	组	
布线类型	节　距	K_n%	K_{dpU}	布线类型	节　距	K_n%	K_{dpV}
3A	1~10	22.7	0.893	2B	6~14	52.2	0.928
	2~9	42.6			7~13	47.8	
	3~8	34.7					

2. 嵌线方法　　绕组分层整嵌，但主绕组的最大节距线圈为同相同槽，可用交叠嵌法或整嵌法，本例选用整嵌。嵌线顺序见下表：

表 3.7.7 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	3	8	2	9	1	12	17	11	18	10										
	上层											1	10	13	7	14	6	16	4	15	5

3. 绕组特点与应用　　本例主、副绕组采用不同类型的布线方案，主绕组为 A 类，最大线圈节距等于极距，是同相同槽线圈；副绕组为 B 类安排。绕组缺圈较多，除主绕组大线圈为双层外，其余线圈均为单层，虽便于嵌绕，但不能完全削减高次谐波影响，尤以 3 次谐波分量较大，但绕组系数较高。此绕组应用较少，曾见于 BO 系列阻抗起动电动机。

3.7.8 18 槽 2 极 4/4—A/B 正弦绕组布线接线图

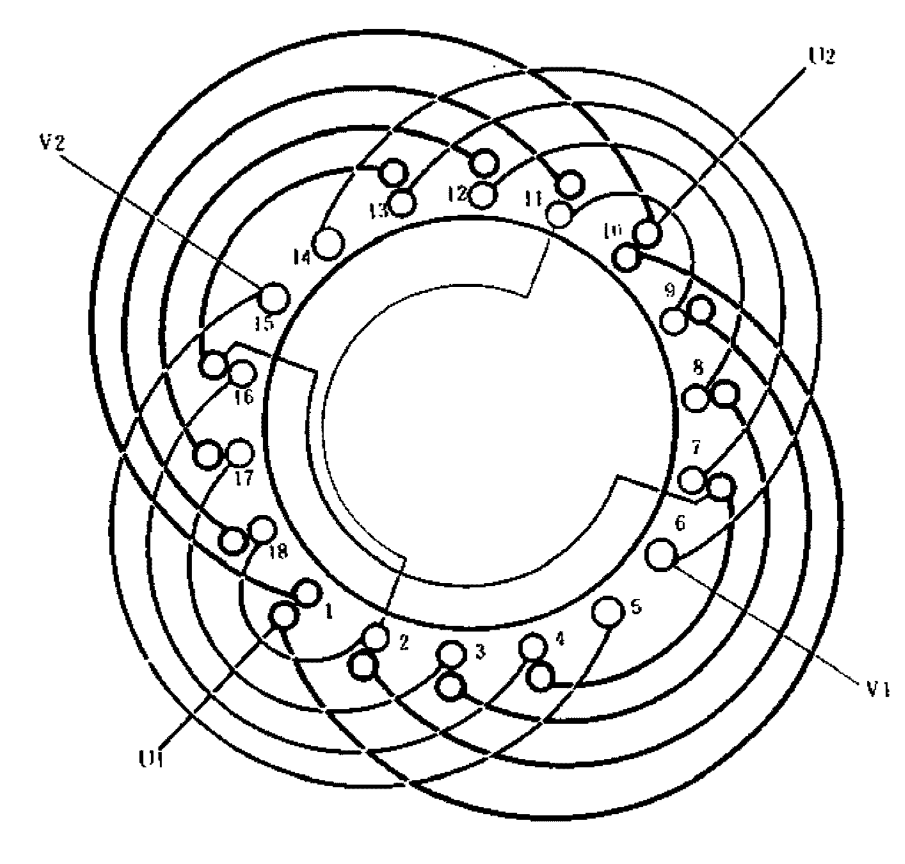


图 3.7.8

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　　线圈组数 $u=4$　　极相槽数 $q=4\frac{1}{2}$

电机极数 $2p=2$　　每槽电角 $\alpha=20°$　　绕组极距 $\tau=9$

总线圈数 $Q=16$　　每组圈数 $S_U=4$

$S_V=4$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主	绕	组		副	绕	组	
布线类型	节　距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节　距	K_u%	K_{dpV}
4A	1～10	18.5	0.82	4B	6～14	34.6	0.793
	2～9	34.7			7～13	30.6	
	3～8	28.3			8～12	22.7	
	4～7	18.5			9～11	12.1	

2. 嵌线方法　　绕组采用分层嵌线，但主绕组最大节距线圈有两种嵌法，本例采用交叠嵌线。嵌线顺序见下表：

表 3.7.8　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	4	7	3	8	2	9	1	13	16	12	17	11	18	10		
	上层															1	10

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层																
	上层	9	11	8	12	7	13	6	14	18	2	17	3	16	4	15	5

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组采用不同的布线方案。主绕组为 A 类布线，缺 1 圈，不能完全消除 3、5、7 次谐波分量；副绕组为满圈 B 类布线，绕组系数稍低于主绕组，但能较有效地削减高次谐波干扰。应用实例主要有 CFP—1—120 砂轮机用单相电动机。

3.7.9 18槽2极4/4—B/A正弦绕组布线接线图

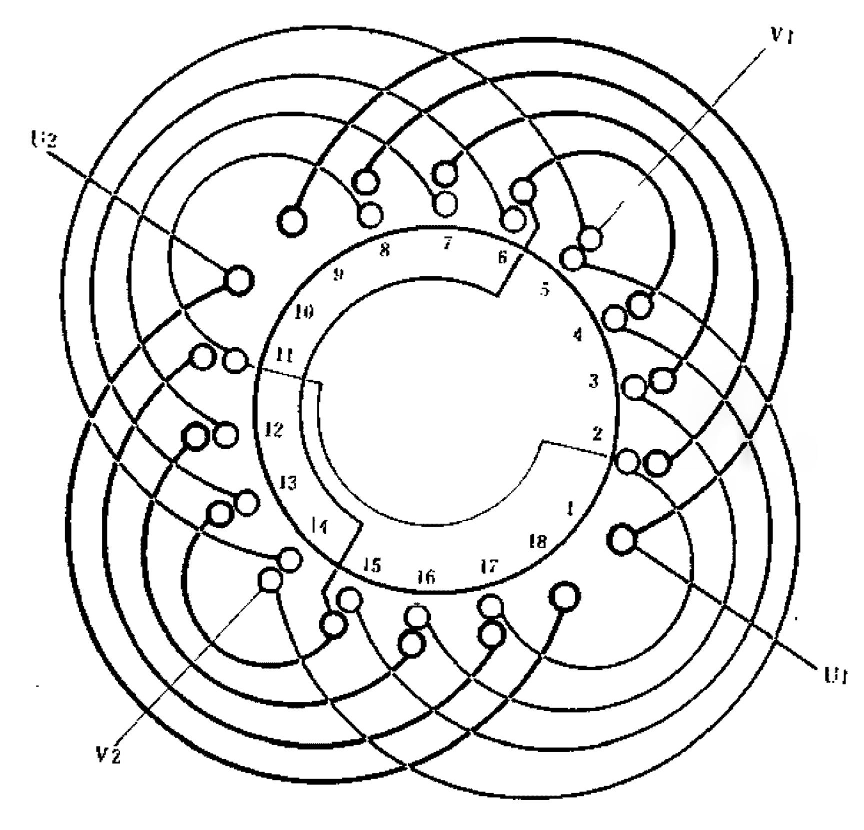


图 3.7.9

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　　线圈组数 $u=4$　　极相槽数 $q=4\frac{1}{2}$

电机极数 $2p=2$　　每槽电角 $\alpha=20°$　　绕组极距 $\tau=9$

总线圈数 $Q=16$　　每组圈数 $S_U=4$

　　　　　　　　　　　$S_V=4$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	$K_n\%$	K_{dpU}	布线类型	节距	$K_n\%$	K_{dpV}
4B	1～9	34.6	0.793	4A	5～14	18.5	0.82
	2～8	30.6			6～13	34.7	
	3～7	22.7			7～12	28.3	
	4～6	12.1			8～11	18.5	

2. 嵌线方法　　绕组采用分层嵌线，但副绕组的最大线圈是同相同槽，故用交叠嵌法。嵌线顺序见下表：

表 3.7.9 分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	4	6	3	7	2	8	1	9	13	15	12	16	11	17	10	18
	上层																

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层							5							14		
	上层	8	11	7	12	6	13		17	2	16	3	15	4		5	14

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组采用不同的布线方案。主绕组为B类满圈正弦布线，能有效地削减3、5、7次谐波分量，但绕组系数较低。副绕组为A类布线，安排缺1圈，存在一定的3次谐波影响，但此绕组多用于起动型电机，对电机运行性能影响不大。主要应用实例有JZ08A—2、JZ08B—2等阻抗分相起动的单相电动机。

3.7.10 24 槽 2 极 4/2—B 正弦绕组布线接线图

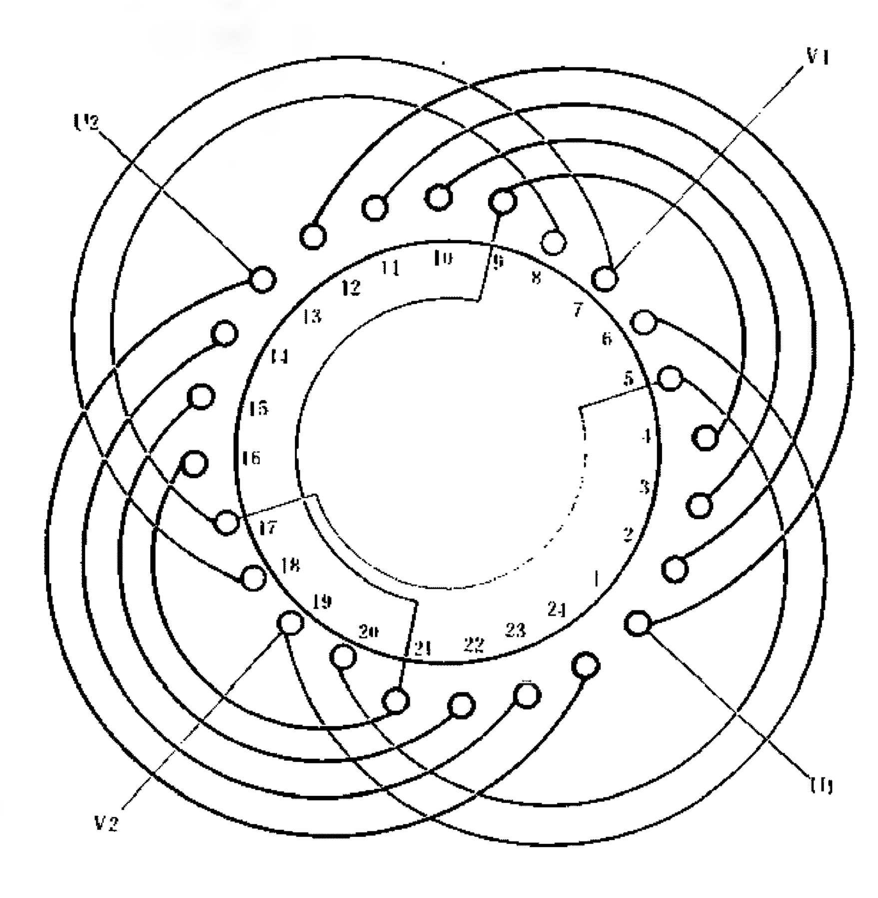


图 3.7.10

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　　线圈组数 $u=4$　　极相槽数 $q=6$

电机极数 $2p=2$　　每槽电角 $\alpha=15°$　　绕组极距 $\tau=12$

总线圈数 $Q=12$　　每组圈数 $S_U=4$

$S_V=2$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节　距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节　距	K_u%	K_{dpV}
4B	1～12	29.9	0.855	2B	7～18	51.8	0.959
	2～11	27.8			8～17	48.2	
	3～10	24					
	4～9	18.3					

2. 嵌线方法　　本绕组采用分层整嵌，嵌线顺序见下表：

表 3.7.10 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	4	9	3	10	2	11	1	12	16	21	15	22	14	23	13	24								
	上层																	8	17	7	18	20	5	19	5

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组采用不同的 B 类缺圈正弦绕组布线方案。主绕组占槽率高于副绕组，占槽率为 2：1，全部为单层布线，故嵌线比较方便。副绕组每极只有 2 圈，绕组系数很高，但 3、5、7 次谐波干扰大；主绕组每极为 4 圈，缺 2 圈，故绕组系数略低，但高次谐波分量较小。此绕组适用于分相起动型电动机。主要应用有电冰箱压缩机组用 KL—12M 电容分相起动单相电动机及 BO2 单相水泵电动机等。

3.7.11 24槽2极4/3—B正弦绕组布线接线图

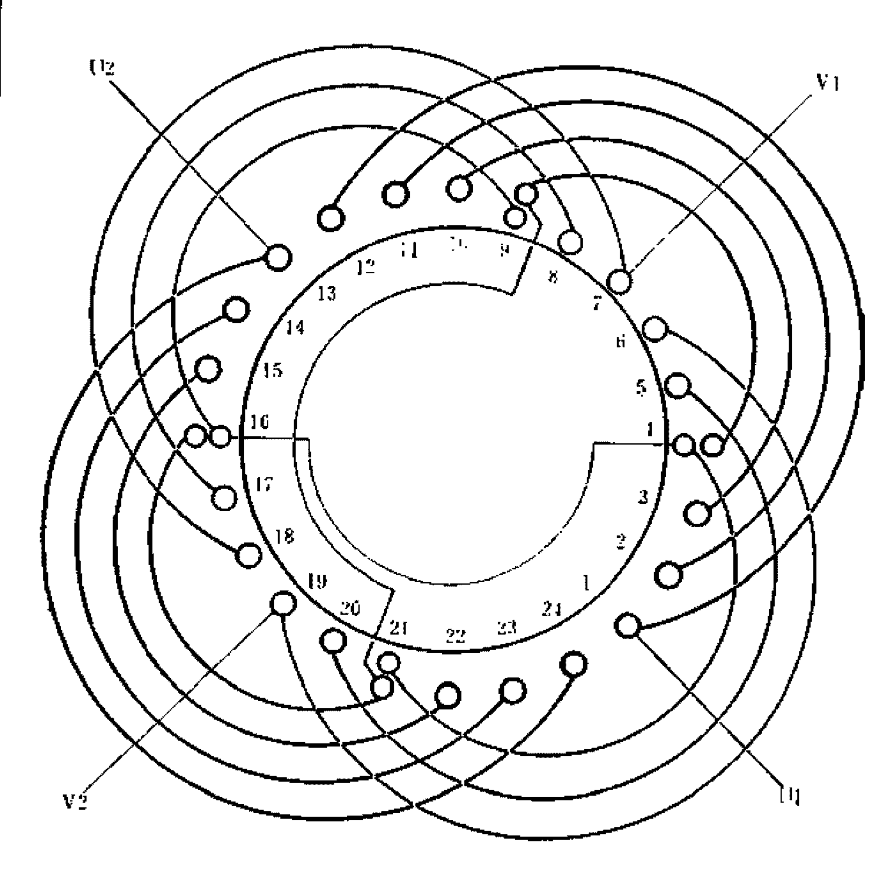


图 3.7.11

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　线圈组数 $u=4$　极相槽数 $q=6$

电机极数 $2p=2$　每槽电角 $\alpha=15°$　绕组极距 $\tau=12$

总线圈数 $Q=14$　每组圈数 $S_U=4$

$S_V=3$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
4B	1~12	29.9	0.855	3B	7~18	36.6	0.91
	2~11	27.8			8~17	34.1	
	3~10	24			9~16	29.3	
	4~9	18.3					

2. 嵌线方法　本例绕组无交叠线圈，故采用整嵌法分层嵌线。嵌线顺序见下表：

表 3.7.11 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
嵌入槽号	下层	4	9	3	10	2	11	1	12	16	21	15	22	14	23
	上层														

嵌绕次序		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
嵌入槽号	下层	13	24												
	上层			9	16	8	17	7	18	21	4	20	5	19	6

3. 绕组特点与应用　主、副绕组均为B类布线，但主绕组每极4圈，缺2圈；副绕组每极3圈，缺3圈，都存在3、5、7次谐波影响。虽然3次谐波对副绕组干扰较大，但此绕组主要用于起动型电机，如电冰箱压缩机组单相阻抗分相起动电动机HQ—651—BQ采用本例布线型式。

3.7.12　24 槽 2 极 4/4—A 正弦绕组布线接线图

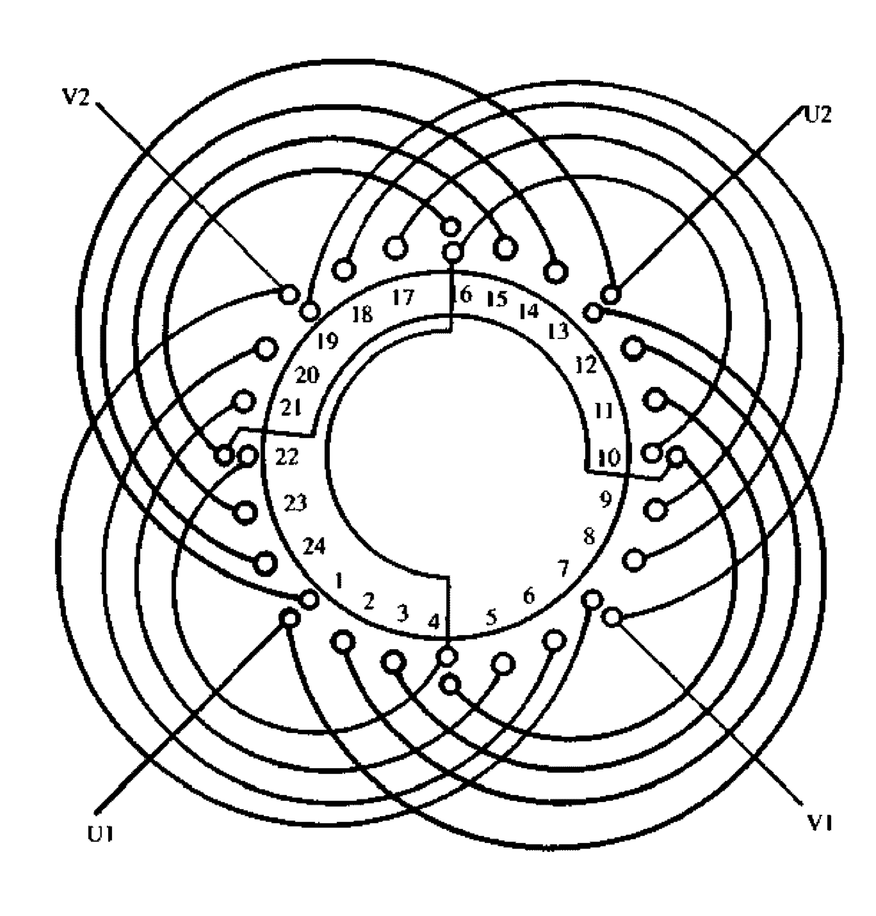


图　3.7.12

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　线圈组数　$u=4$　　极相槽数　$q=6$

电机极数　$2p=2$　每槽电角　$\alpha=15^{\circ}$　绕组极距　$\tau=12$

总线圈数　$Q=16$　每组圈数　$S_U=4$　$S_V=4$

主、副绕组布线方案及每极匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节　距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节　距	K_u%	K_{dpV}
4A	1～13	16.4	0.883	4A	7～19	16.4	0.883
	2～12	31.8			8～18	31.8	
	3～11	28.5			9～17	28.5	
	4～10	23.3			10～16	23.3	

2. 嵌线方法　　采用分层嵌线，但因最大节距线圈为同相同槽双层安排，故本例采用如图所示的交叠布线。嵌线顺序见下表：

表 3.7.12　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下平面	4	10	3	11	2	12	1	16	22	15	23	14	24	13		
	上平面															1	13

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下平面							7							19		
	上平面	10	16	9	17	8	18		22	4	21	5	20	6		7	19

3. 绕组特点与应用　　本例主、副绕组均采用相同的 A 类正弦缺圈布线方案。最大和最小节距线圈安排双层；每极线圈数为 4，缺 2 圈，绕组存在 3、5、7 次谐波干扰。因主、副绕组同方案，电动机起动性能较好而运行性能稍差，故宜用于起动型非连续运行的电动机。主要应用实例有电冰箱压缩机用阻抗分相起动的 LD—1 单相电动机。

3.7.13　24槽2极4/4－B正弦绕组布线接线图

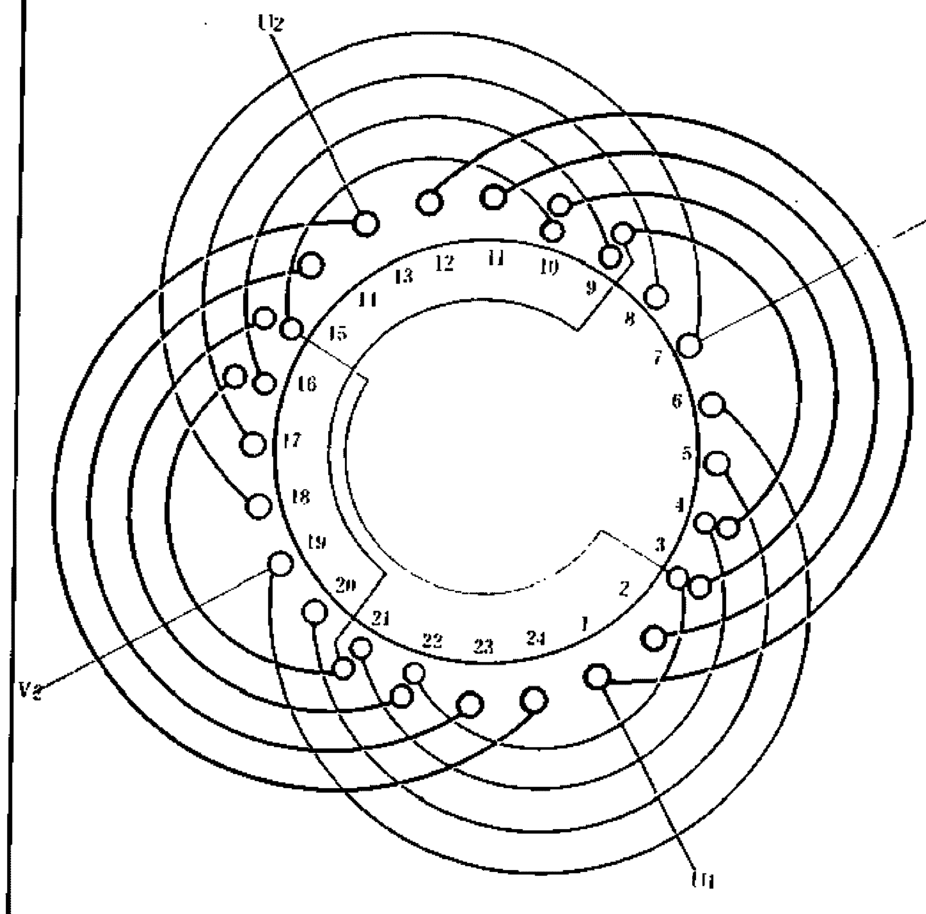


图　3.7.13

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　线圈组数　$u=4$　极相槽数　$q=6$

电机极数　$2p=2$　每槽电角　$\alpha=15°$　绕组极距　$\tau=12$

总线圈数　$Q=16$　每组圈数　$S_U=4$　$S_V=4$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
4B	1～12	29.9	0.855	4B	7～18	29.9	0.855
	2～11	27.8			8～17	27.8	
	3～10	24			9～16	24	
	4～9	18.3			10～15	18.3	

2. 嵌线方法　绕组采用分层整嵌，先嵌主绕组、后嵌副绕组，使两绕组分置于不同层次。嵌线顺序见下表：

表 3.7.13　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	4	9	3	10	2	11	1	12	16	21	15	22	14	23	13	24
	上层																
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层																
	上层	10	15	9	16	8	17	7	18	22	3	21	4	20	5	19	6

3. 绕组特点与应用　主、副绕组均采用相同的B类缺圈正弦布线方案，虽不能完全消除3、5、7次谐波影响，但绕组系数较高。宜用于不连续运行的电动机。此绕组应用较多，应用实例有单相潜水电泵电动机QX、QD3－15J、QD6－9J、QD7.8－5J及电冰箱压缩机用单相电动机LD1－6、JXK－240等。

3.7.14 24 槽 2 极 5/3—A 正弦绕组布线接线图

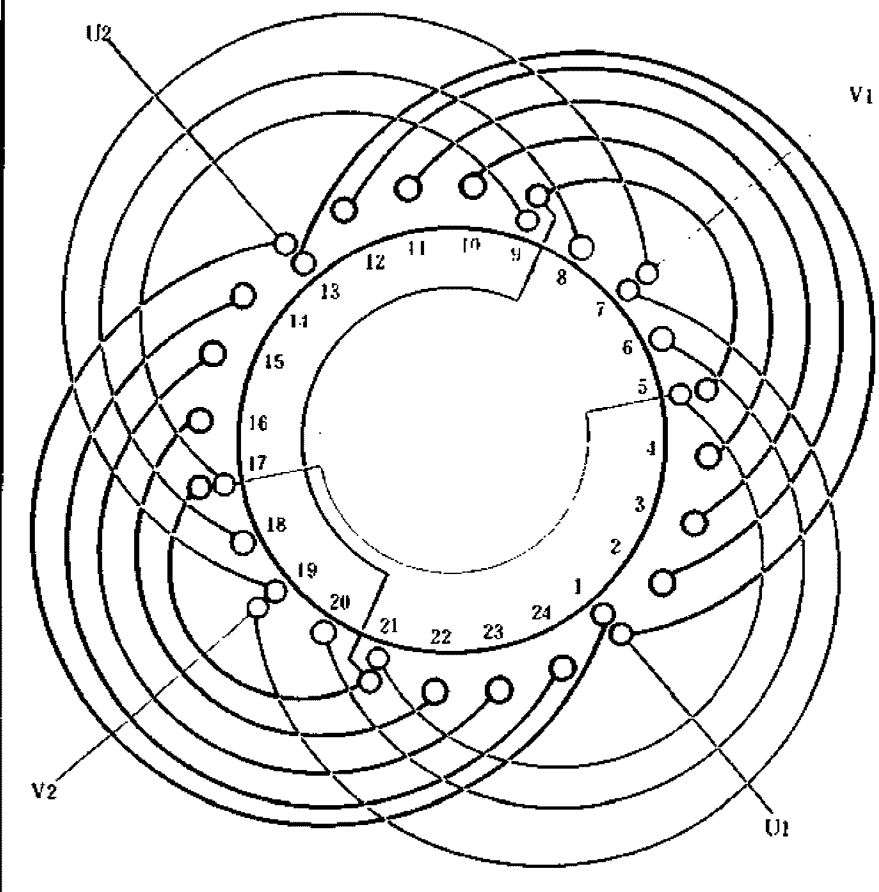


图 3.7.14

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 线圈组数 $u=4$ 极相槽数 $q=6$

电机极数 $2p=2$ 每槽电角 $\alpha=15°$ 绕组极距 $\tau=12$

总线圈数 $Q=16$ 每组圈数 $S_U=5$ $S_V=3$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_n%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_n%	K_{dpV}
5A	1~13	14.1	0.829	3A	7~19	21.4	0.936
	2~12	27.3			8~18	41.4	
	3~11	24.5			9~17	37.2	
	4~10	20					
	5~9	14.1					

2. 嵌线方法　　采用分层嵌线，但最大线圈交叠嵌入。嵌线顺序见下表：

表 3.7.14　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	5	9	4	10	3	11	2	12	1	17	21	16	22	15	23	14	24	13
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层							7					19						
	上层	1	13	9	17	8	18		21	5	20	6		7	19				

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组采用缺圈 A 类正弦绕组布线方案。主绕组每极 5 圈，缺 1 圈，绕组系数较低，但能较好地削弱高次谐波干扰；副绕组缺 3 圈，存在较大的高次谐波影响，但绕组系数较高。从整体而言，安排的单层线圈过多，降低了铁心利用率。主要应用实例有电冰箱压缩机用单相阻抗分相起动电动机，如 ND—750BX 等。

3.7.15 24 槽 2 极 5/4—A 正弦绕组布线接线图

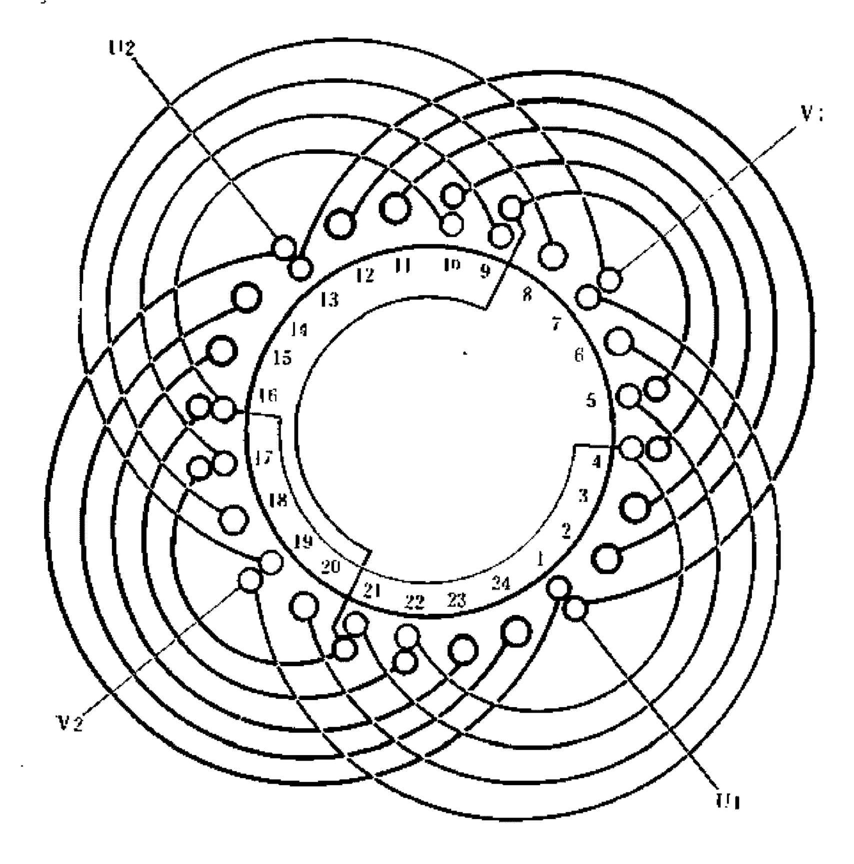


图 3.7.15

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 线圈组数 $u=4$ 极相槽数 $q=6$

电机极数 $2p=2$ 每槽电角 $\alpha=15°$ 绕组极距 $\tau=12$

总线圈数 $Q=18$ 每组圈数 $S_U=5$ $S_V=4$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节 距	$K_n\%$	K_{dpU}	布线类型	节 距	$K_n\%$	K_{dpV}
5A	1～13	14.1	0.829	4A	7～19	16.4	0.883
	2～12	27.3			8～18	31.8	
	3～11	24.5			9～17	28.5	
	4～10	20			10～16	23.3	
	5～9	14.1					

2. 嵌线方法 两绕组分层嵌线，但最大节距线圈交叠布线。嵌线顺序见下表：

表 3.7.15 分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	5	9	4	10	3	11	2	12	1	17	21	16	22	15	23	14	24	13
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层									7							19		
	上层	1	13	10	16	9	17	8	18		22	4	21	5	20	6		7	19

3. 绕组特点与应用 主、副绕组均采用 A 类缺圈正弦布线方案，主、副绕组分别缺 1 圈和 2 圈。主绕组能较好地削减高次谐波影响，但仍不能完全消除；副绕组则存在较大的 3、5 次谐波。绕组单层边较多，便于嵌线，但铁心有效利用率稍低。主要应用实例有 DO—5012、DO—5022 单相电容运转电动机。

3.7.16　24槽2极5/4—B正弦绕组布线接线图

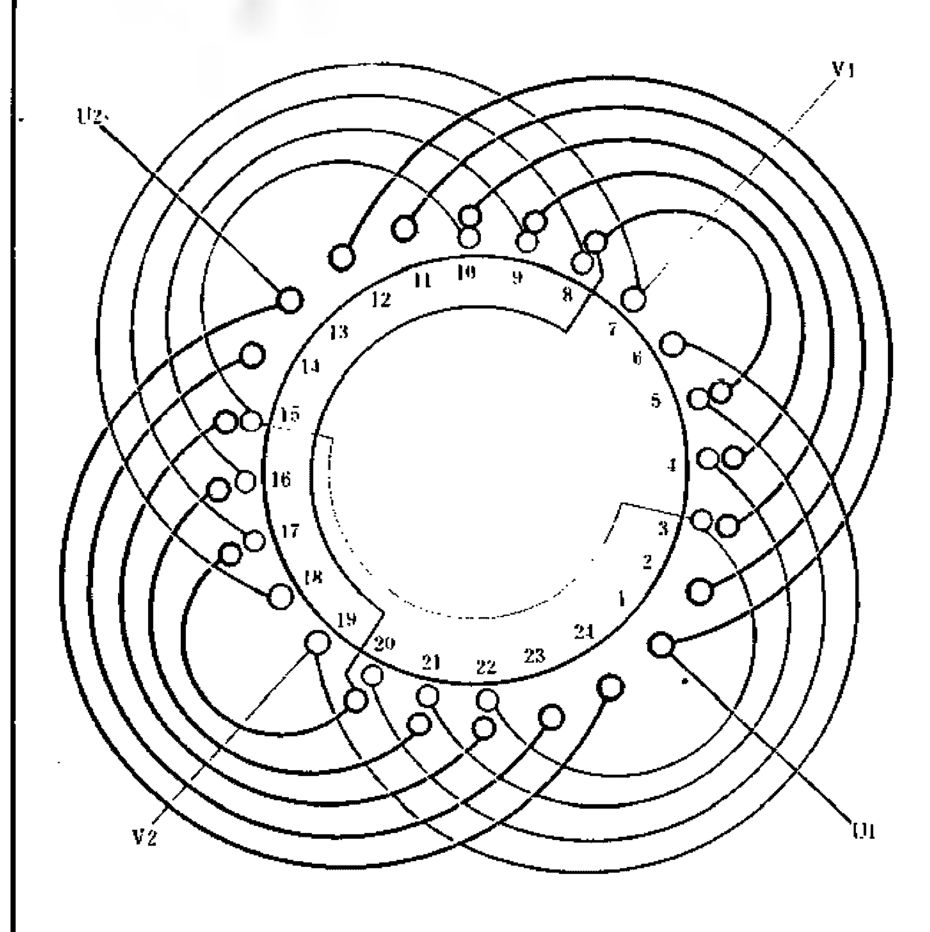


图　3.7.16

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　线圈组数　$u=4$　极相槽数　$q=6$

电机极数　$2p=2$　每槽电角　$\alpha=15°$　绕组极距　$\tau=12$

总线圈数　$Q=18$　每组圈数　$S_U=5$　$S_V=4$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节　距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节　距	K_v%	K_{dpV}
5B	1～12	26.8	0.806	4B	7～18	29.9	0.855
	2～11	25			8～17	27.8	
	3～10	21.4			9～16	24	
	4～9	16.5			10～15	18.3	
	5～8	10.3					

2. 嵌线方法　　主、副绕组均属B类，没有同相同槽交叠线圈，故采用分层整圈嵌线。嵌线顺序见下表：

表3.7.16　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	5	8	4	9	3	10	2	11	1	12	17	20	16	21	15	22	14	23
	上层																		

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	13	24							7	18							19	6
	上层			10	15	9	16	8	17			22	3	21	4	20	5		

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组均采用不同的缺圈B类正弦布线方案，不能完全消除3、5、7次谐波，但起动、运行性能尚可。常用于短期工作的起动型电动机，如电冰箱压缩机用的阻抗分相起动电动机，主要应用有FB—517Ⅱ、V1001R、QF—21等。

3.7.17　24 槽 2 极 5/5—B 正弦绕组布线接线图

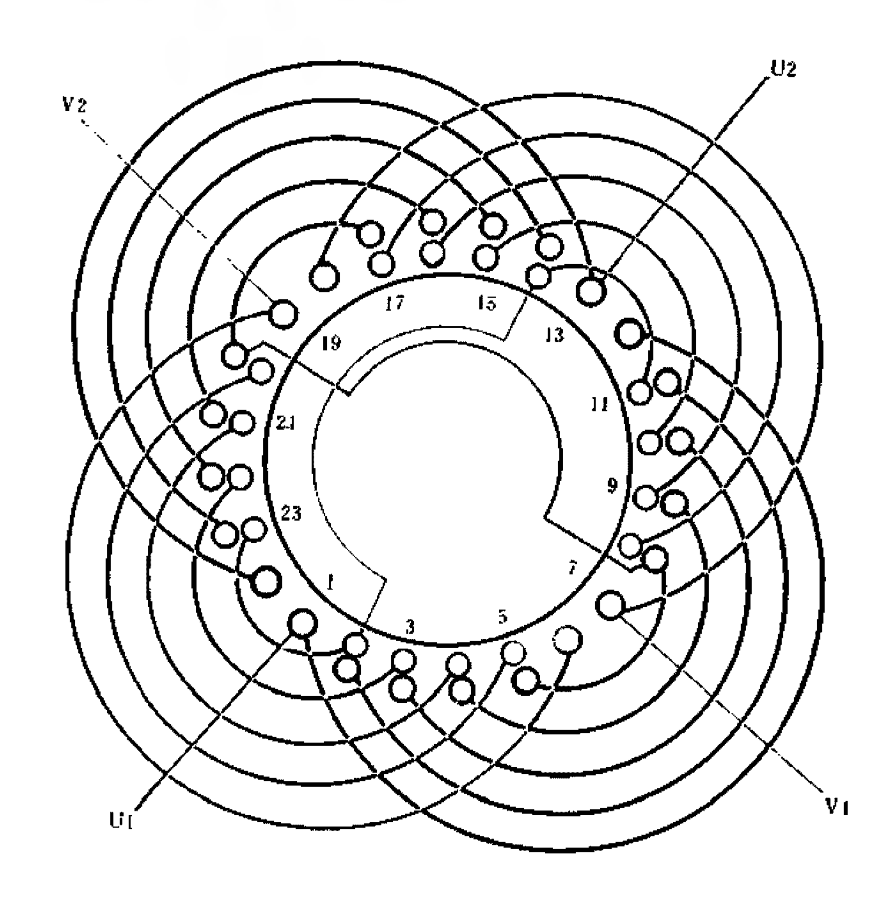


图　3.7.17

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　线圈组数　$u=4$　极相槽数　$q=6$

电机极数　$2p=2$　每槽电角　$\alpha=15°$　绕组极距　$\tau=12$

总线圈数　$Q=20$　每组圈数　$S_U=5$　$S_V=5$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
5B	1～12	26.8	0.806	5B	7～18	26.8	0.806
	2～11	25			8～17	25	
	3～10	21.4			9～16	21.4	
	4～9	16.5			10～15	16.5	
	5～8	10.3			11～14	10.3	

2. 嵌线方法　　采用分层整嵌，嵌线顺序见下表：

表 3.7.17　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	5	8	4	9	3	10	2	11	1	12	17	20	16	21	15	22	14	23	13	24
	上层																				

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层									7	18									19	6
	上层	11	14	10	15	9	16	8	17			23	2	22	3	21	4	20	5		

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组均为 B 类正弦布线，但舍去 1 槽距的最小线圈，使嵌线较为方便，且能有效地削弱 3、5、7 次谐波影响。本方案在电机产品中应用较多，既可用于起动型电机，也适用于运行型电机。主要应用实例有阻抗起动分相电动机 JZ1B—2、BO—7112；电容分相起动电动机 JY1A—2、CO—7122；冰箱压缩机电动机 FB—505 和 QX—50单相潜水泵电动机等。

3.7.18　24槽2极6/4－B正弦绕组布线接线图

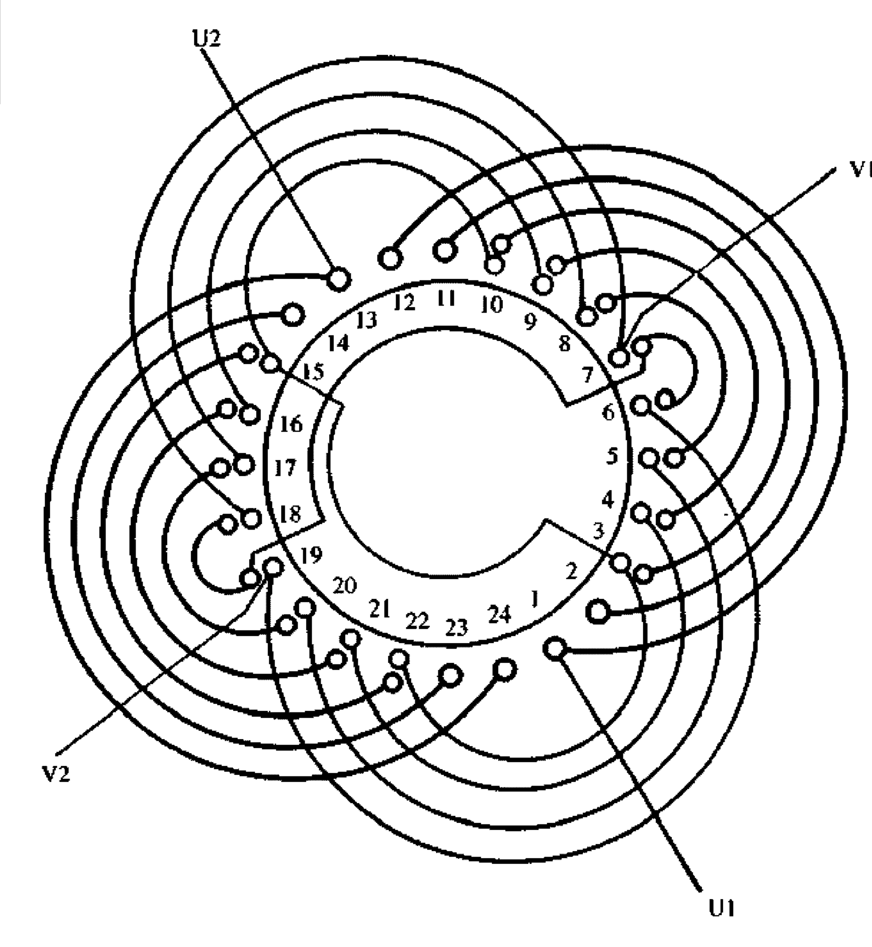


图　3.7.18

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　线圈组数　$u=4$　极相槽数　$q=6$

电机极数　$2p=2$　每槽电角　$\alpha=15°$　绕组极距　$\tau=12$

总线圈数　$Q=20$　每组圈数　$S_U=6$　$S_V=4$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节　距	$K_u\%$	K_{dpU}	布线类型	节　距	$K_u\%$	K_{dpV}
6B	1～12	25.9	0.783	4B	7～18	29.9	0.855
	2～11	24.1			8～17	27.8	
	3～10	20.7			9～16	24	
	1～9	15.9			10～15	18.3	
	5～8	10					
	6～7	3.4					

2. 嵌线方法　采用分层嵌线，先嵌主绕组，后嵌副绕组。嵌线顺序见下表：

表 3.7.18　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
槽号	下平面	6	7	5	8	4	9	3	10	2	11	1	12	18	19
嵌绕次序		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
槽号	下平面	17	20	16	21	15	22	14	23	13	24				
	上平面											10	15	9	16
嵌绕次序		29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
槽号	上平面	8	17	7	18	22	3	21	4	20	5	19	6		

3. 绕组特点与应用　主、副绕组均为B类正弦布线，其中主绕组安排满圈，可基本消除高次谐波分量；副绕组安排缺2圈，存在一定的谐波干扰。本例绕组具有较好的运行性能和起动性能，比较适用于起动型单相电动机。主要应用实例有YC90L－2、CO2－90S－2、C2－90L2、CO2－90－2等单相电容起动电动机。

3.7.19 24槽2极6/5—B正弦绕组布线接线图

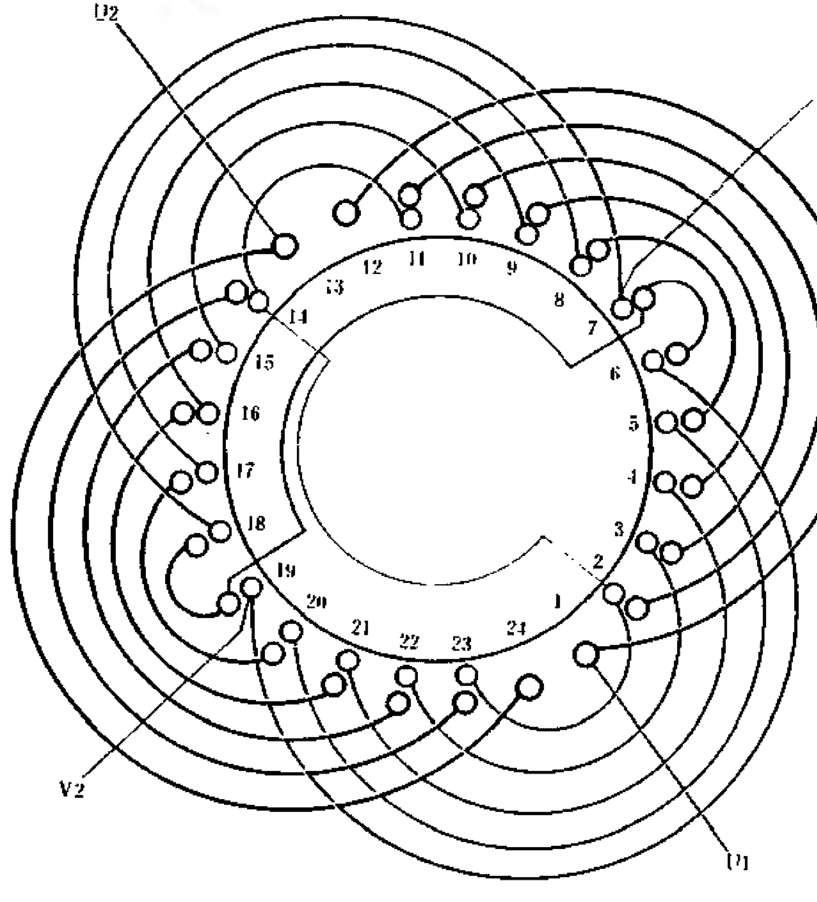


图 3.7.19

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 线圈组数 $u=4$ 极相槽数 $q=6$

电机极数 $2p=2$ 每槽电角 $\alpha=15°$ 绕组极距 $\tau=12$

总线圈数 $Q=22$ 每组圈数 $S_U=6$ $S_V=5$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_n%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_n%	K_{dpV}
6B	1~12	25.9	0.783	5B	7~18	26.8	0.806
	2~11	24.1			8~17	25	
	3~10	20.7			9~16	21.4	
	4~9	15.9			10~15	16.5	
	5~8	10			11~14	10.3	
	6~7	3.4					

2. 嵌线方法 本例采用分层整嵌，嵌线顺序见下表：

表 3.7.19 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	6	7	5	8	4	9	3	10	2	11	1	12	18	19	17	20	16	21	15	22	14	23
	上层																						

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层	13	24																				
	上层			11	14	10	15	9	16	8	17	7	18	23	2	22	3	21	4	20	5	19	6

3. 绕组特点与应用 主绕组为满圈B类安排，副绕组是缺1圈B类，基本能消除高次谐波的干扰，电动机运行和起动性能都较好。本方案可用于运行型电机，也适用于要求起动性能较好的起动型电动机。主要应用实例有单相阻抗分相起动电动机BO—6312、ZYB7112、25DB—18和电容分相起动电动机CO2—90S2等。

3.7.20 24 槽 2 极 6/6－A 正弦绕组布线接线图

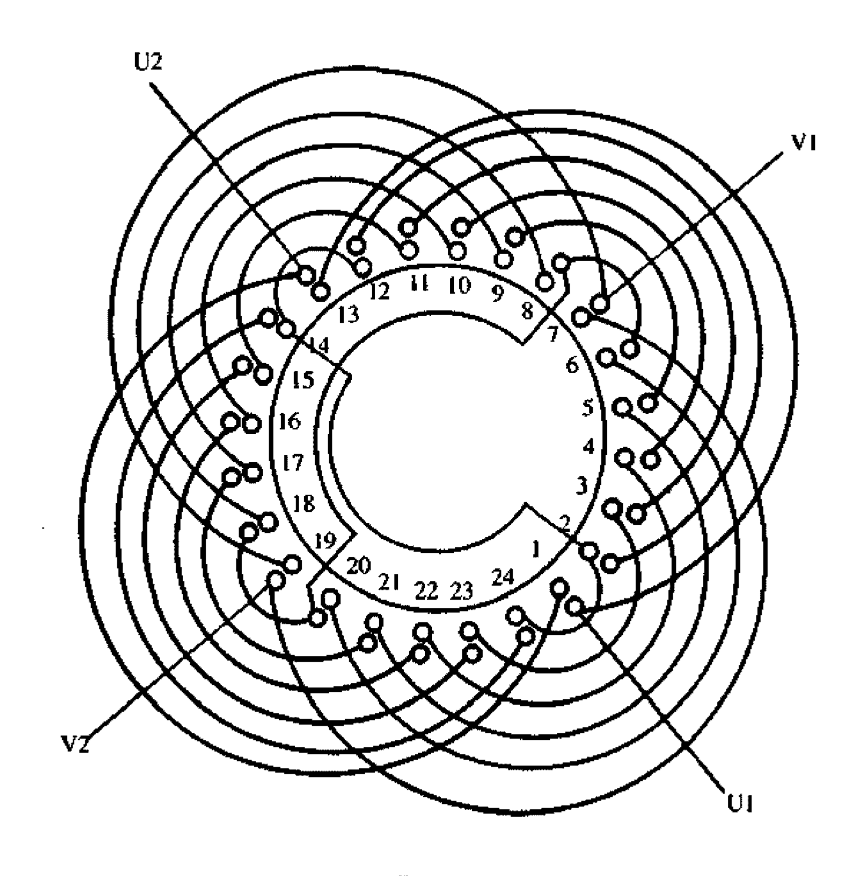


图 3.7.20

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 线圈组数 $u=4$ 极相槽数 $q=6$

电机极数 $2p=2$ 每槽电角 $\alpha=15°$ 绕组极距 $\tau=12$

总线圈数 $Q=24$ 每组圈数 $S_U=6$ $S_V=6$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节　距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节　距	K_u%	K_{dpV}
6A	1～13	13.2	0.79	6A	7～19	13.2	0.79
	2～12	25.4			8～18	25.4	
	3～11	22.8			9～17	22.8	
	4～10	18.6			10～16	18.6	
	5～9	13.2			11～15	13.2	
	6～8	6.8			12～14	6.8	

2. 嵌线方法　主、副绕组分层嵌线，但最大节距线圈是同相同槽，本例采用交叠布线。嵌线顺序见下表：

表 3.7.20　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	6	8	5	9	4	10	13	11	2	12	1	18	20	17	21	16

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层	22	15	23	14	24	13										
	上层							1	13	12	14	11	15	10	16	9	17

嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层			7											19		
	上层	8	18		24	2	23	3	22	4	21	5	20	6		7	19

3. 绕组特点与应用　主、副绕组均用 A 类正弦满圈布线。每极线圈均为 6，能完全消除高次谐波干扰，且有良好的起动和运行性能；但绕组系数较低，而且线圈数多，嵌绕耗费工时。此绕组既适用于起动型，也可用于运行性。主要应用实例有 BB/M－1 单相微型电动机。

3.7.21 24 槽 2 极 6/6—B 正弦绕组布线接线图

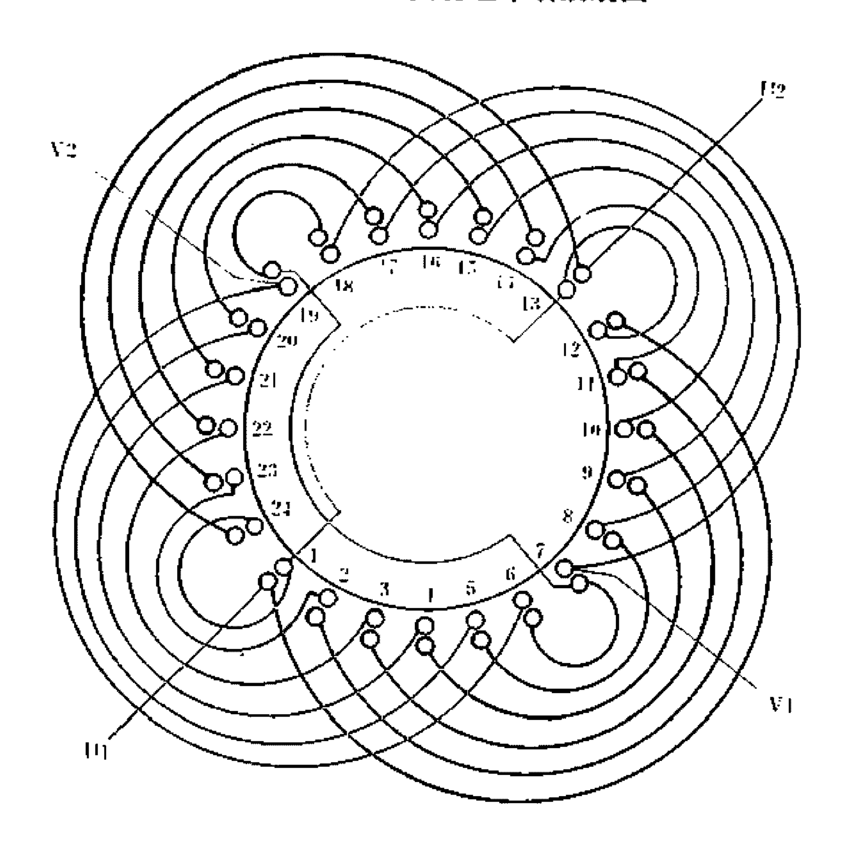


图 3.7.21

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 线圈组数 $u=4$ 极相槽数 $q=6$

电机极数 $2p=2$ 每槽电角 $\alpha=15°$ 绕组极距 $\tau=12$

总线圈数 $Q=24$ 每组圈数 $S_U=6$ $S_V=6$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
6B	1~12	25.9	0.783	6B	7~18	25.9	0.783
	2~11	24.1			8~17	24.1	
	3~10	20.7			9~16	20.7	
	4~9	15.9			10~15	15.9	
	5~8	10			11~14	10	
	6~7	3.4			12~13	3.4	

2. 嵌线方法　本例采用整嵌法，嵌线顺序见下表：

表 3.7.21 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	6	7	5	8	4	9	3	10	2	11	1	12	18	19	17	20	16	21	15	22	14	23	13	24
	上层																								

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层																								
	上层	12	13	11	14	10	15	9	16	8	17	7	18	24	1	23	2	22	3	21	4	20	5	19	6

3. 绕组特点与应用　主、副绕组均采用 B 类正弦满圈布线方案，绕组系数较低；但能基本消除 3、5、7 次谐波影响；因线圈多，且有 1 槽节距小线圈，故嵌线较难而耗费工时。主要应用实例有单相电容运转电动机 DO—6312、DO2—6312；单相阻抗分相电动机 BO2—7112 及单相水泵电动机 40BZ6—16D、60BZHZ—3.2P 等。

3.7.22　24 槽 4 极 2/2—A 正弦绕组布线接线图

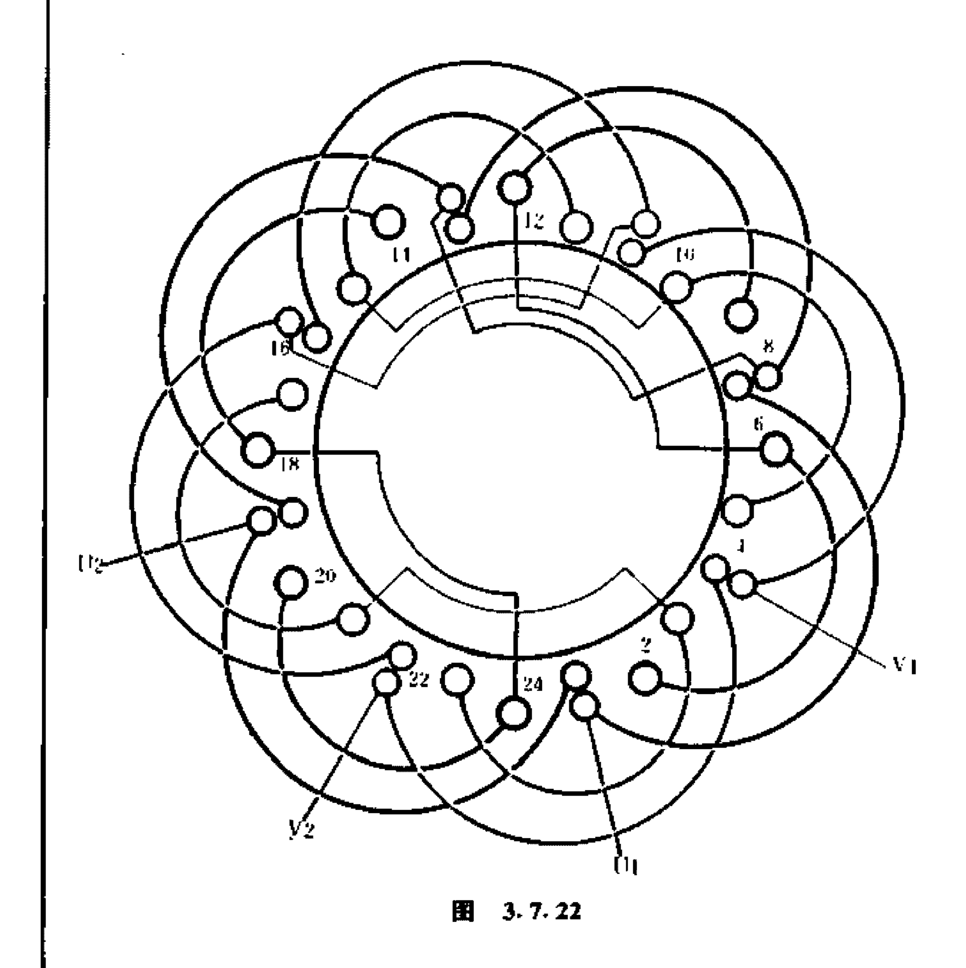


图　3.7.22

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　线圈组数　$u=8$　极相槽数　$q=3$

电机极数　$2p=4$　每槽电角　$\alpha=30°$　绕组极距　$\tau=6$

总线圈数　$Q=16$　每组圈数　$S_U=2$　$S_V=2$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_n%	K_{dp}	布线类型	节距	K_n%	K_{dp}
2A	1～7	36.6	0.915	2A	4～10	36.6	0.915
	2～6	63.4			5～9	63.4	

2. 嵌线方法　绕组分层嵌线，最大节距线圈交叠嵌入。嵌线顺序见下表：

表 3.7.22　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	2	6	1	20	24	19		14	18	13		8	12	7		
	上层							1				19				13	7

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层			4			22				16				10		
	上层	5	9		23	3		4	17	21		22	11	15		16	10

3. 绕组特点与应用　主、副绕组均采用 A 类缺圈正弦布线方案。虽然每极仅缺 1 圈，但因每极圈数少，显得缺圈比率较大，故槽的有效利用率较低，但嵌线方便，绕组系数也高；不过，高次谐波对气隙磁势的干扰大，正弦效果不理想，宜用于不经常工作的电机。主要应用实例有洗衣机用单相电容电动机，如 JXX－90B、XDS－90 等。

3.7.23 24槽4极2/2—B正弦绕组布线接线图

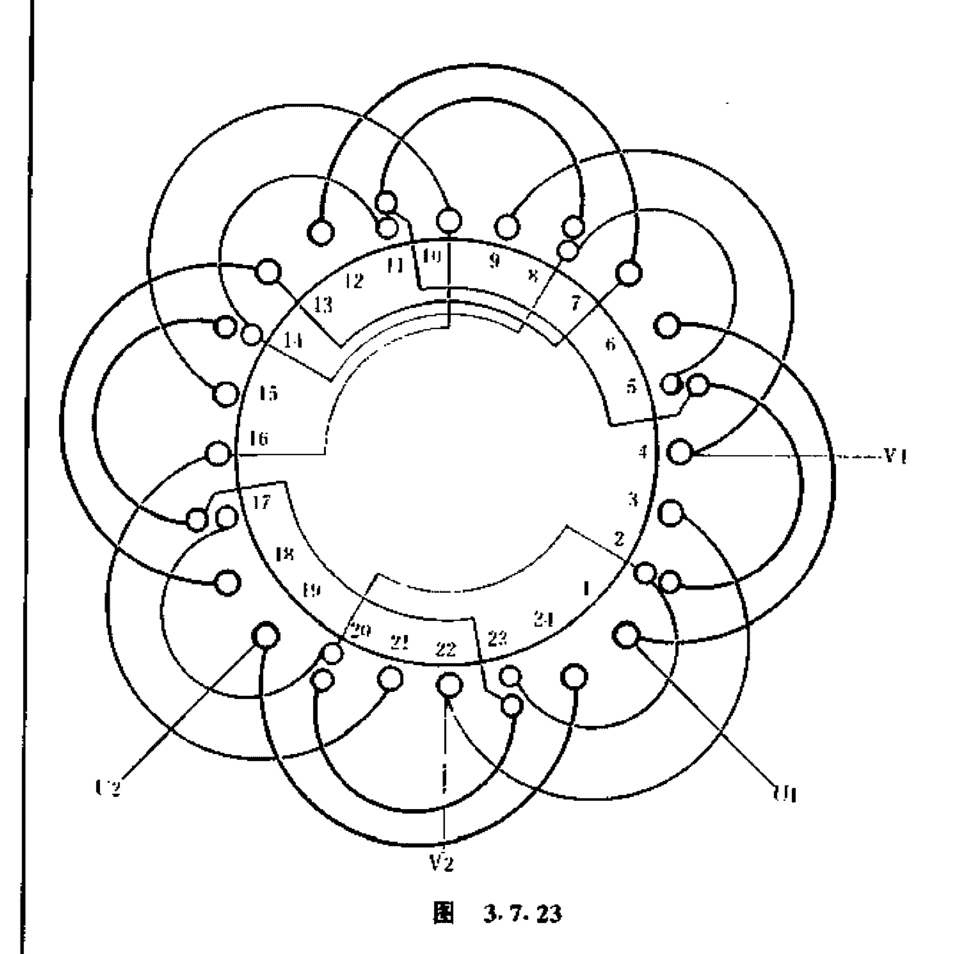


图 3.7.23

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$ 线圈组数 $u=8$ 极相槽数 $q=3$

电机极数 $2p=4$ 每槽电角 $\alpha=30°$ 绕组极距 $\tau=6$

总线圈数 $Q=16$ 每组圈数 $S_U=2$ $S_V=2$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_n%	K_{dp}	布线类型	节距	K_n%	K_{dp}
2B	1～6	57.7	0.856	2B	4～9	57.7	0.856
	2～5	42.3			5～8	42.3	

2. 嵌线方法 绕组最大节距线圈是单层布线，没有同相同槽安排，故宜用分层整嵌法嵌线，即先嵌主绕组，再嵌副绕组，从而构成双平面绕组。嵌线顺序见下表：

表 3.7.23 分层整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
下层槽号	2	5	1	6	20	23	19	24	14	17	13	18	8	11	7	12
嵌绕次序	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
上层槽号	5	8	4	9	23	2	22	3	17	20	16	21	11	14	10	15

3. 绕组特点与应用 主、副绕组均采用缺1圈的B类正弦布线，绕组系数较相应A类为低，因可采用整圈嵌线，无须吊边，故较上例的嵌线更为方便；但绕组存在较大的高次谐波干扰，宜用于不连续工作的电机。主要应用实例有洗衣机用单相电容电动机XD—120。

3.7.24　24 槽 4 极 3/2—A 正弦绕组布线接线图

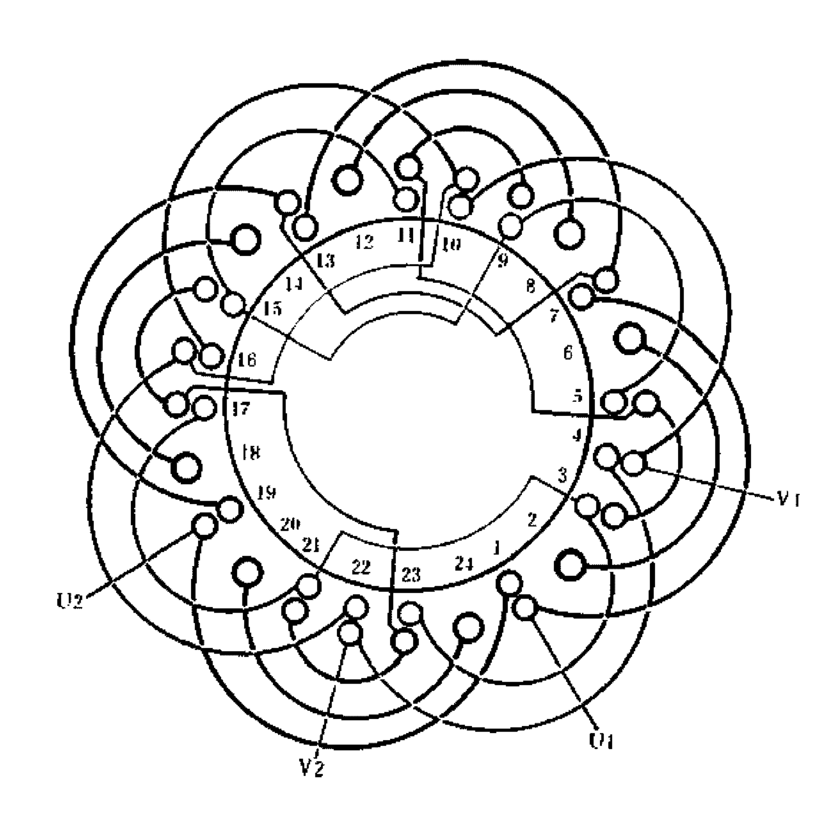


图　3.7.24

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　线圈组数　$u=8$　极相槽数　$q=3$

电机极数　$2p=4$　每槽电角　$\alpha=30°$　绕组极距　$\tau=6$

总线圈数　$Q=20$　每组圈数　$S_{U}=3$　$S_{V}=2$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_n%	K_{dp}	布线类型	节距	K_n%	K_{dp}
3A	1～7	26.8	0.804	2A	4～10	36.6	0.915
	2～6	46.4			5～9	63.4	
	3～5	26.8					

2. 嵌线方法　　嵌线采用交叠法。嵌线顺序见下表：

表 3.7.24　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	3	5	2	6	1	21	23	20	24	19		15	17	14	18	13		9	11	8
	上层											1						19			

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层	12	7					4			22				16				10		
	上层			13	7	5	9		23	3		4	17	21		22	11	15		16	10

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组采用不同的 A 类正弦布线方案。主绕组每极 3 圈，为满圈安排，占槽率高，谐波分量较小，具有较好的电气性能；副绕组则是缺 1 圈，每极只有 2 圈，槽的利用率低于主绕组，高次谐波分量也较大，但绕组系数较高。此绕组适用于起动型单相电动机。应用实例有 JZ6324 阻抗起动和 CO2—8014 电容起动单相电动机。

3.7.25　24 槽 4 极 3/3—A 正弦绕组布线接线图

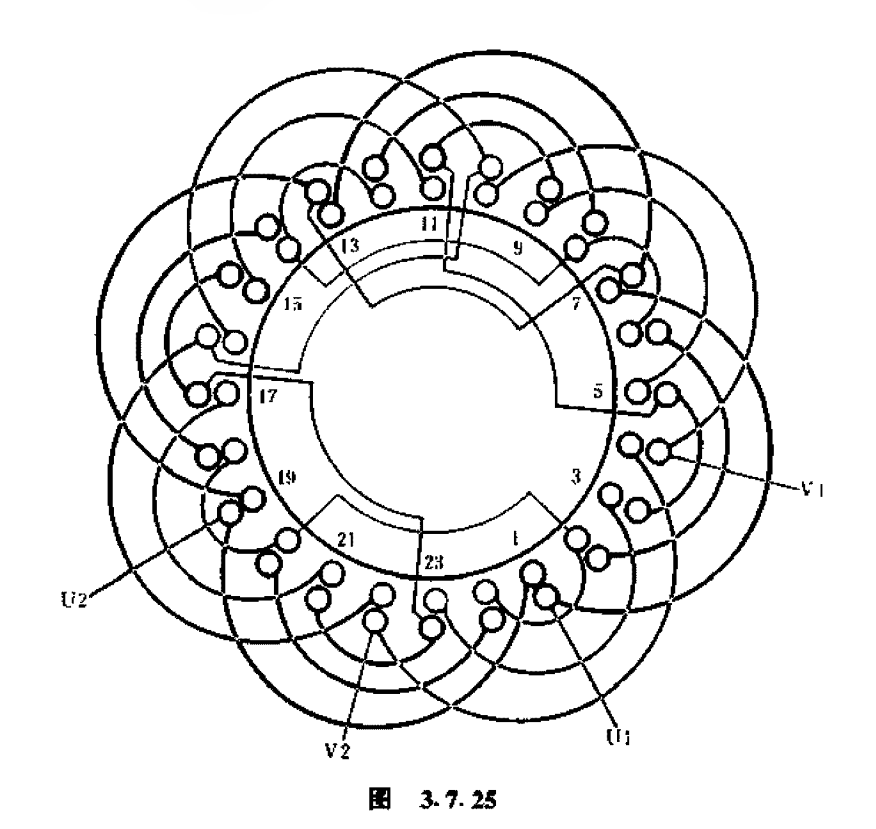


图　3.7.25

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　线圈组数　$u=8$　　极相槽数　$q=3$

电机极数　$2p=4$　每槽电角　$\alpha=30°$　　绕组极距　$\tau=6$

总线圈数　$Q=24$　每组圈数　$S_U=3$　$S_V=3$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
3A	1～7	26.8	0.804	3A	4～10	26.8	0.804
	2～6	46.4			5～9	46.4	
	3～5	26.8			6～8	26.8	

2. 嵌线方法　　绕组可采用两种嵌法，本例为分层交叠嵌线。嵌线顺序见下表：

表 3.7.25　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	3	5	2	6	1	21	23	20	24	19		15	17	14	18	13		9	11	8	12	7		
	上层											1						19						13	7

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层					4					22						16						10		
	上层	6	8	5	9		24	2	23	3		4	18	20	17	21		22	12	14	11	15		16	10

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组均采用相同的 A 类满圈安排，槽的利用率较高，正弦绕组能基本消除 3、5、7 次谐波干扰而获得良好的电气性能。此方案既适用于起动型，也宜用于运行型。主要应用实例有阻抗起动的 JZ09A－4、BO－6324、BO2－8024，电容起动的 JY09A－4、CO－6334和电容运转的 DO－6314、DO2－7124 等单相电动机。

3.7.26 32 槽 4 极 3/2—B 正弦绕组布线接线图

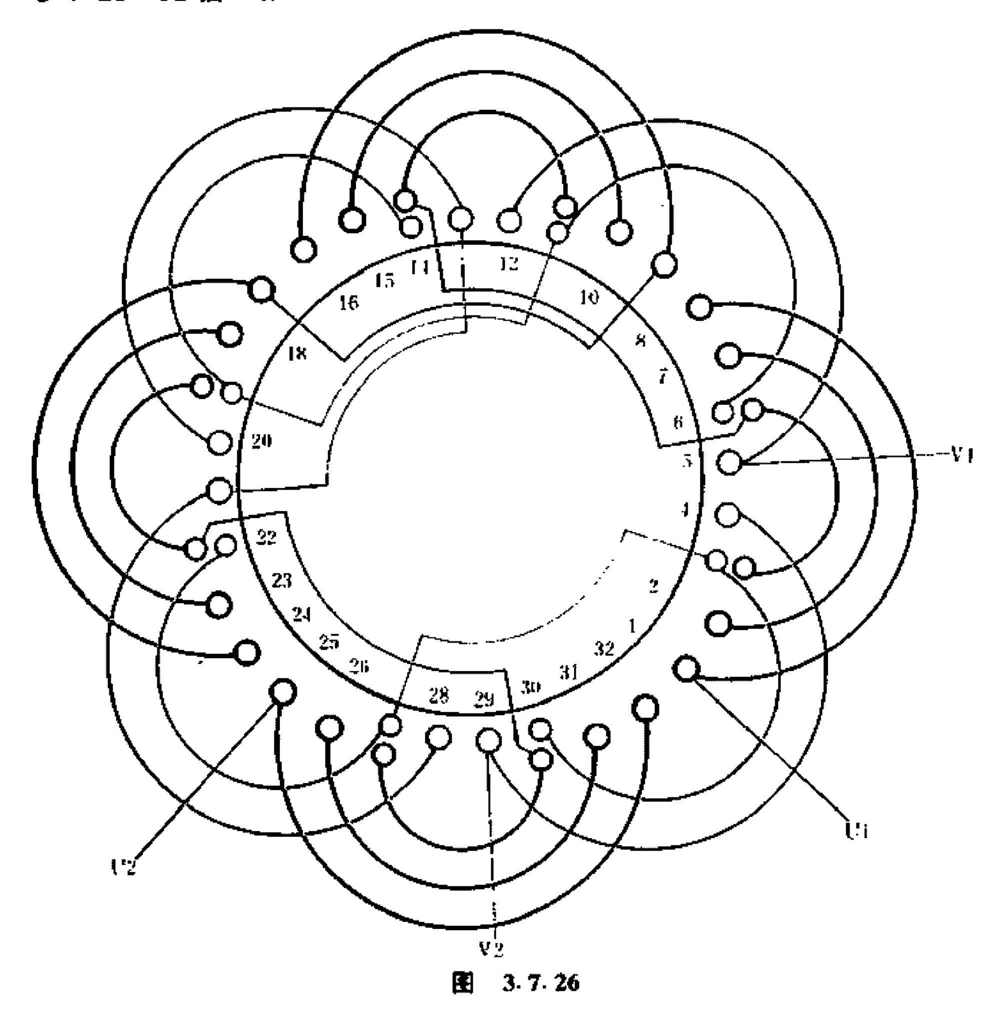


图 3.7.26

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=32$ 线圈组数 $u=8$ 极相槽数 $q=4$

电机极数 $2p=4$ 每槽电角 $\alpha=22.5°$ 绕组极距 $\tau=8$

总线圈数 $Q=20$ 每组圈数 $S_U=3$

$S_V=2$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_n%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_n%	K_{dpV}
3B	1~8	41.1	0.827	2B	5~12	54.2	0.912
	2~7	35.1			6~11	45.8	
	3~6	23.8					

2. 嵌线方法　绕组没有同相同槽的双层线圈，故可用整圈嵌线。嵌线顺序见下表：

表 3.7.26 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	3	6	2	7	1	8	27	30	26	31	25	32	19	22	18	23	17	24	11	14
	上层																				
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层	10	15	9	16			5	12			29	4			21	28			13	20
	上层					6	11			30	3			22	27			14	19		

3. 绕组特点与应用　主、副绕组均采用不同缺圈的 B 类正弦布线方案。单层线圈较多，嵌线方便，但槽利用率低，且不能完全消除高次谐波干扰，尤其在副绕组中存在的 3 次谐波强度很大，故本方案不宜用于运行型电动机。主要应用实例有电冰箱压缩机用 FB—515 阻抗分相电动机。

3.7.27 32 槽 4 极 3/3—A 正弦绕组布线接线图

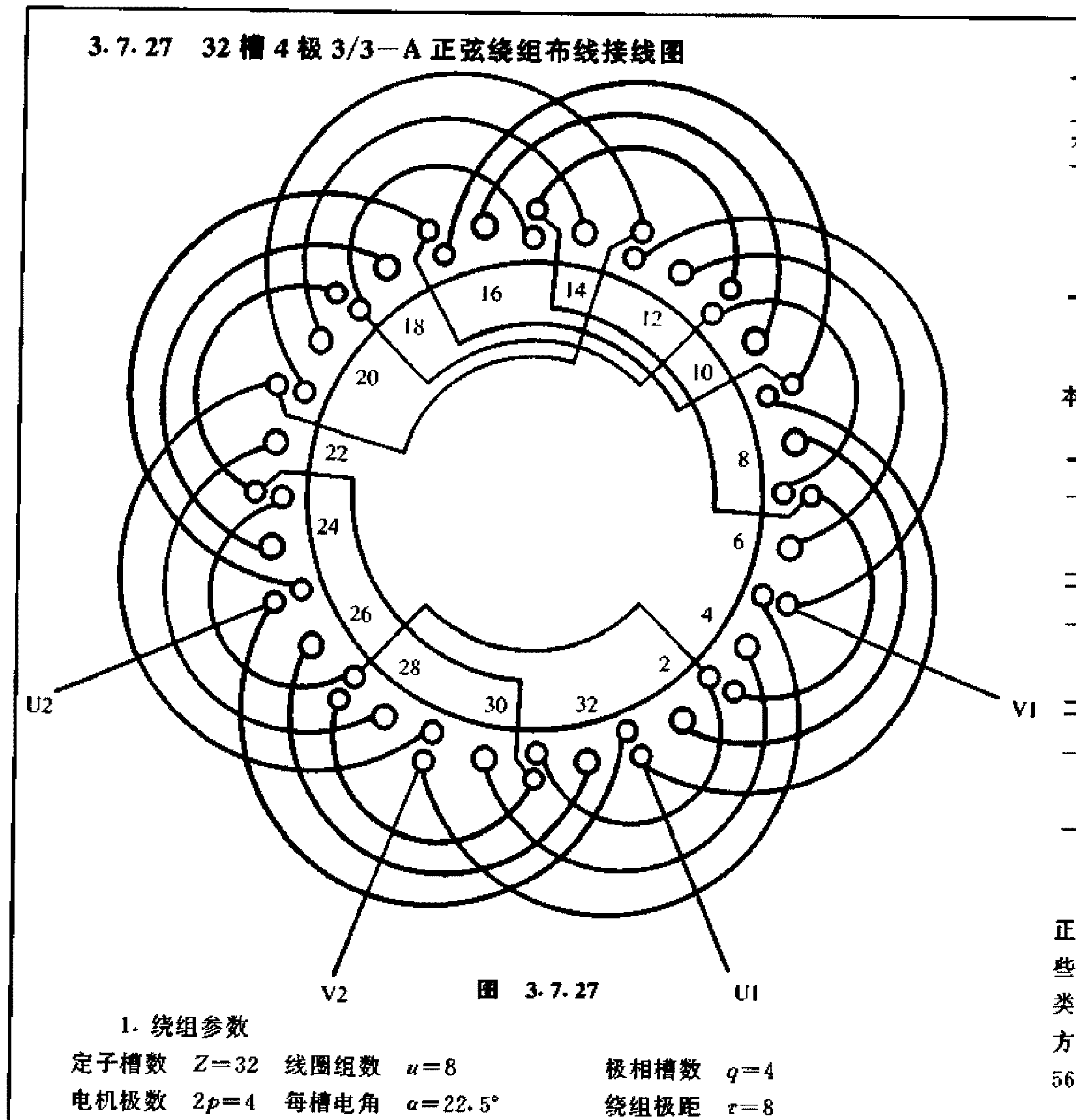


图 3.7.27

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=32$ 线圈组数 $u=8$ 极相槽数 $q=4$
电机极数 $2p=4$ 每槽电角 $\alpha=22.5°$ 绕组极距 $\tau=8$
总线圈数 $Q=24$ 每组圈数 $S_U=3$ $S_V=3$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
3A	1~9	23.5	0.87	3A	5~13	23.5	0.87
	2~8	43.4			6~12	43.4	
	3~7	33.1			7~11	33.1	

2. 嵌线方法　　最大线圈为同相同槽，为美观起见，本例采用分层交叠嵌线。嵌线顺序见下表：

表 3.7.27 分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	3	7	2	8	1	27	31	26	32	25		19	23	18	24	17
	上层											1					

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层		11	15	10	16	9							5			
	上层	25						17	9	7	11	6	12		31	3	30

嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		29						21						13		
	上层	4		5	23	27	22	28		29	15	19	14	20		21	13

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组采用相同的 A 类正弦布线，每极 3 只线圈，是缺 1 圈安排，槽的利用率低些，且存在高次谐波干扰。绕组系数则略高于相应的 B 类，而最大节距线圈为交叠布线，故嵌线又难于 B 类。此方案应用较少，主要用于冰箱压缩机用电机，应用实例如 5608—1 分相电动机。

3.7.28　32 槽 4 极 3/3－B 正弦绕组布线接线图

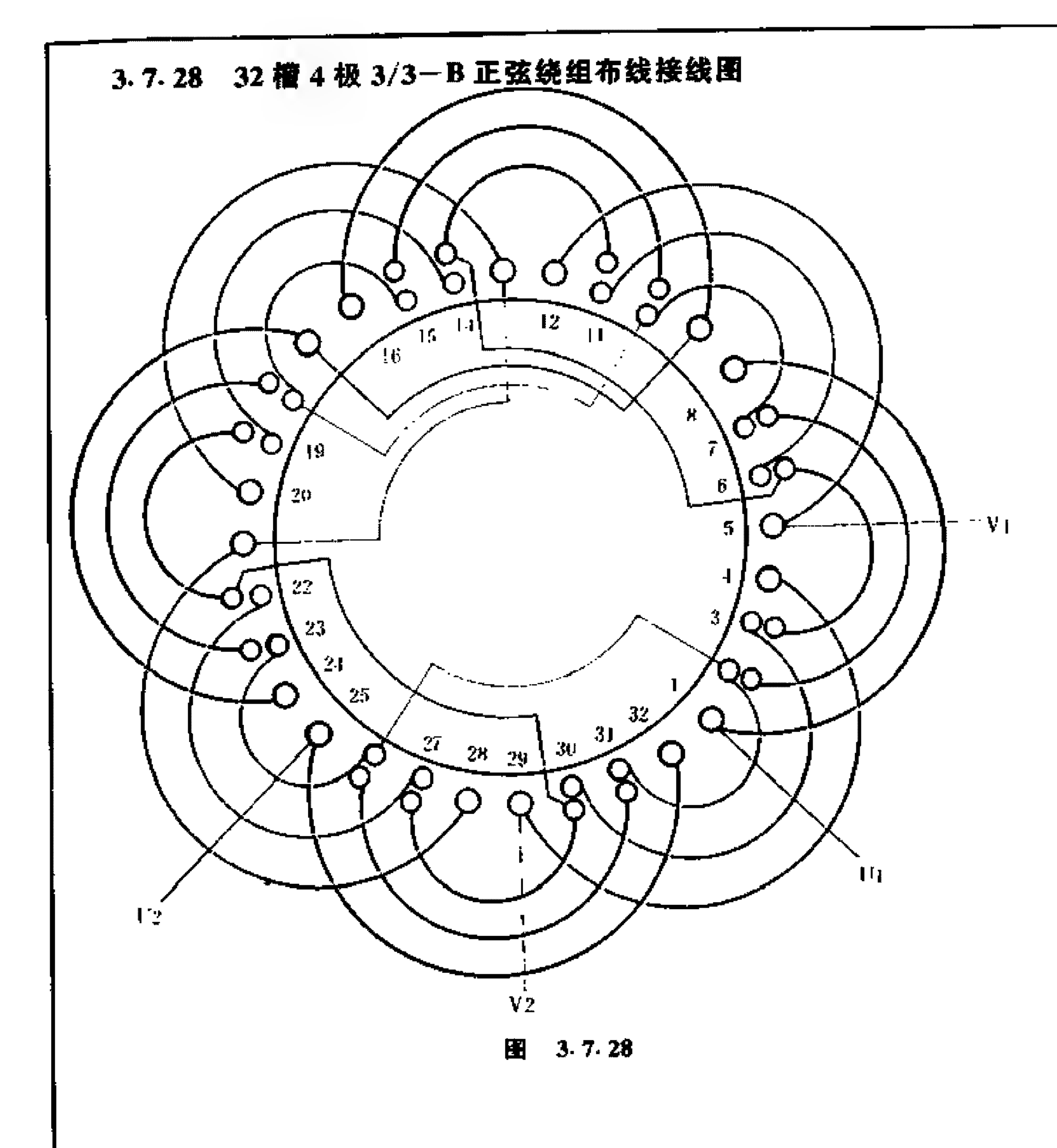


图　3.7.28

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=32$　　线圈组数　$u=8$　　极相槽数　$q=4$

电机极数　$2p=4$　　每槽电角　$\alpha=22.5°$　绕组极距　$\tau=8$

总线圈数　$Q=24$　　每组圈数　$S_U=3$

　　　　　　　　　　　　　　　$S_V=3$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_v%	K_{dpV}
3B	1～8	41.1	0.827	3B	5～12	41.1	0.827
	2～7	35.1			6～11	35.1	
	3～6	23.8			7～10	23.8	

2. 嵌线方法　　本例采用分层整嵌，嵌线顺序见下表：

表 3.7.28　分层整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
下层槽号	3	6	2	7	1	8	27	30	26	31	25	32	19	22	18	23	17	24	11	14	10	15	9	16
嵌绕次序	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
上层槽号	7	10	6	11	5	12	31	2	30	3	29	4	23	26	22	27	21	28	15	18	14	19	13	20

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组均采用缺 1 圈的 B 类安排正弦布线。每极 3 只线圈，且最大节距线圈为单层布线，利于采用整圈嵌线；绕组虽不能完全消除高次谐波干扰，但能较有效地削弱 3、5、7 次谐波分量，仍具有较好的起动性能；但绕组系数略低于上例 A 类布线。本例绕组主要用于电冰箱压缩机用的单相阻抗分相起动电动机，如 FB－516、FB－517－Ⅰ等。

3.7.29 32 槽 4 极 4/3—A 正弦绕组布线接线图

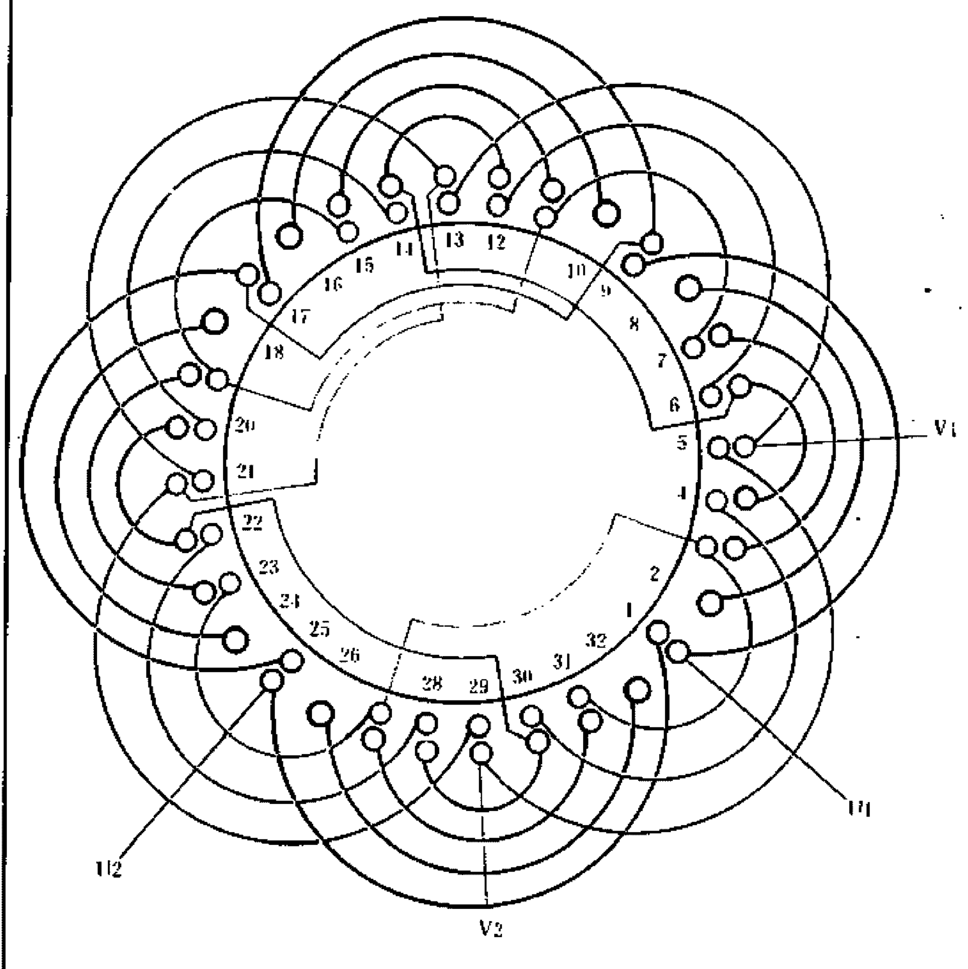


图 3.7.29

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=32$　　线圈组数 $u=8$　　绕组极距 $\tau=8$

电机极数 $2p=4$　　每槽电角 $\alpha=22.5°$

总线圈数 $Q=28$　　极相槽数 $q=4$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_n%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_n%	K_{dpV}
4A	1~9	19.9	0.796	3A	5~13	23.5	0.87
	2~8	36.8			6~12	43.4	
	3~7	28			7~11	33.1	
	4~6	15.3					

2. 嵌线方法　主、副绕组分层嵌人，最大节距线圈则交叠嵌线。嵌线顺序见下表：

表 3.7.29 分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
嵌人槽号	下层	4	6	3	7	2	8	1	28	30	27	31	26	32	25		20	22	19	23
	上层															1				
嵌绕次序		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
嵌人槽号	下层	18	24	17		12	14	11	15	10	16	9							5	
	上层				25								17	9	7	11	6	12		13
嵌绕次序		39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	
嵌人槽号	下层					29						21						13		
	上层	31	3	30	4		5	23	27	22	28		29	15	19	14	20		21	

3. 绕组特点与应用　主绕组为 A 类满圈正弦布线，能基本削减高次谐波干扰，但绕组系数偏低。副绕组是缺 1 圈 A 类正弦，不能完全消除高次谐波分量，但绕组系数略高。本方案适用于要求起动性能较高的起动型电机。主要应用实例有 LD—5801 冰箱压缩机用电动机。

3.7.30 36槽4极4/2—A/B正弦绕组布线接线图

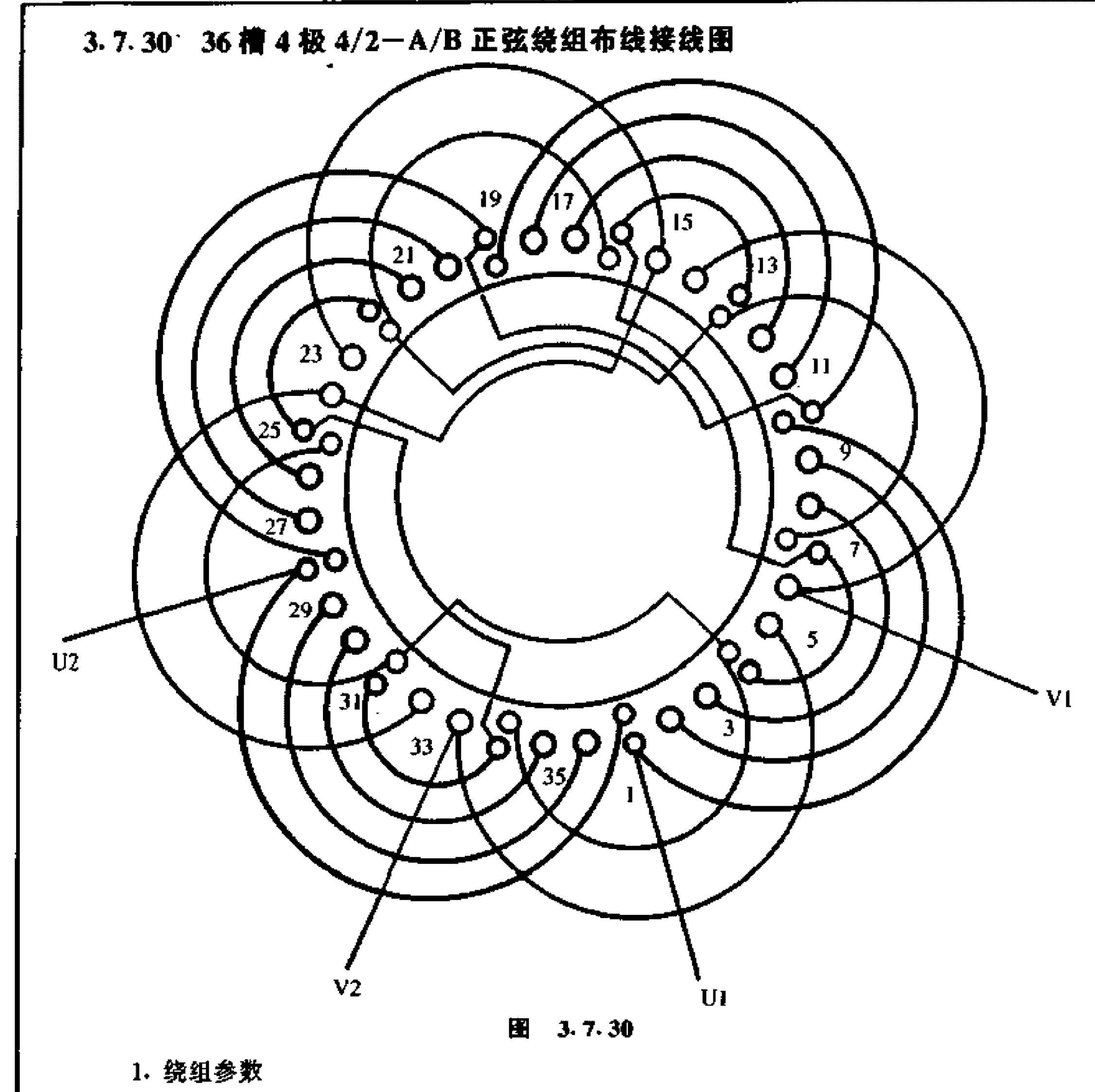


图 3.7.30

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　　线圈组数 $u=8$　　极相槽数 $q=4\frac{1}{2}$

电机极数 $2p=4$　　每槽电角 $\alpha=20°$　　绕组极距 $\tau=9$

总线圈数 $Q=24$　　每组圈数 $S_U=4$　$S_V=2$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
4A	1~10	18.5	0.82	2B	6~14	52.2	0.928
	2~9	34.7			7~13	47.8	
	3~8	28.3					
	4~7	18.5					

2. 嵌线方法　　主绕组为A类布线，最大线圈采用交叠嵌线，吊边数为1。副绕组为B类布线，可进行整嵌，主、副绕组分层嵌入，嵌线顺序见下表：

表 3.7.30　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	4	7	3	8	2	9	1	31	34	30	35	29	36	28		22
	上层															1	
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层	25	21	26	20	27	19		13	16	12	17	11	18	10		
	上层							28								19	10
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上层	7	13	6	14	34	4	33	5	25	31	24	32	16	22	15	23

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组采用不同布线类型。主绕组为A类缺1圈，可基本消除3、5、7次谐波干扰；副绕组为B类缺2圈安排，存在较强的谐波分量。本方案适用于起动型电机。主要应用实例有CO—8014单相电容起动电动机。

3.7.31 36 槽 4 极 4/3－A/B 正弦绕组布线接线图

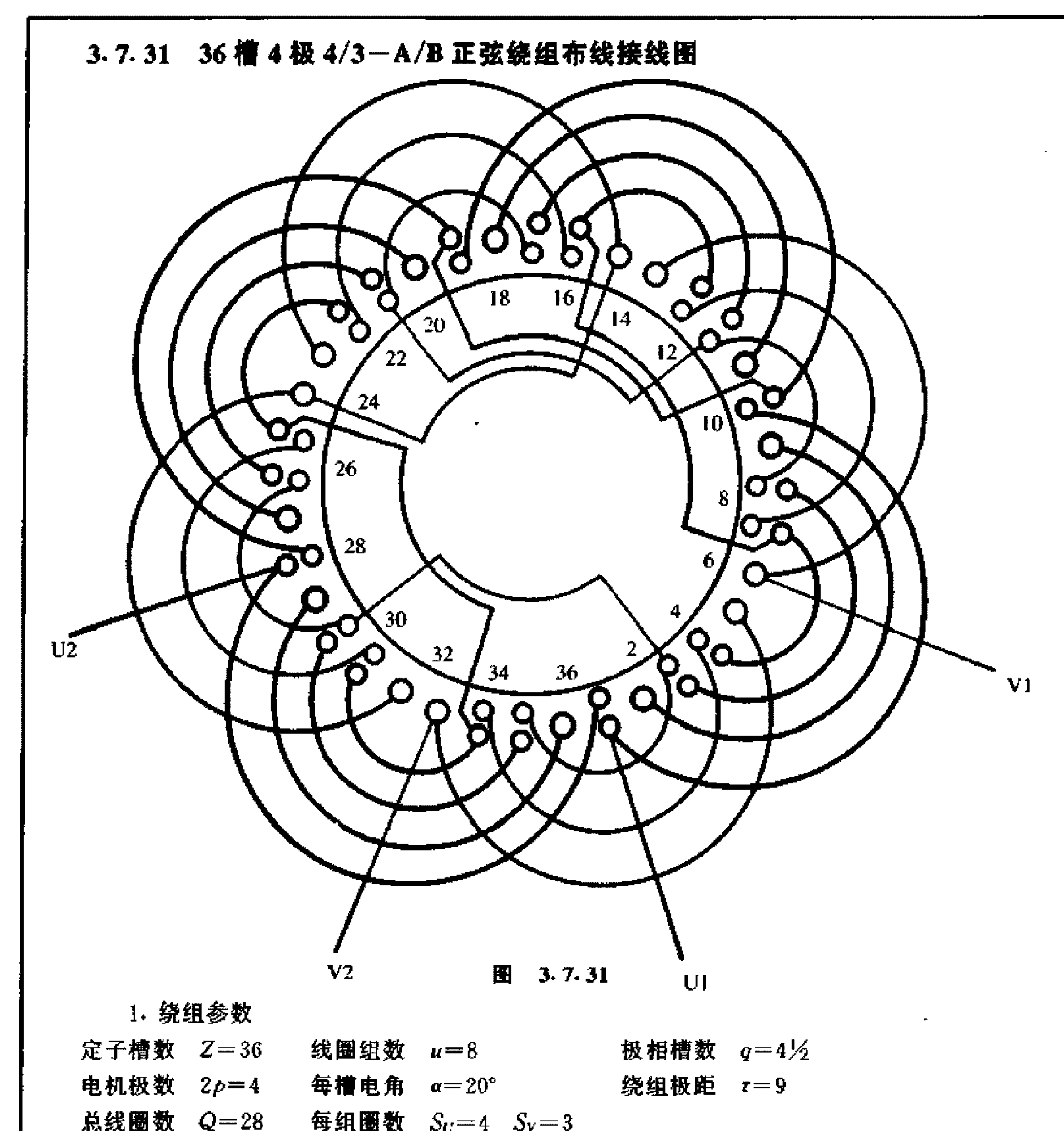


图 3.7.31

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　　线圈组数 $u=8$　　极相槽数 $q=4\frac{1}{2}$

电机极数 $2p=4$　　每槽电角 $\alpha=20°$　　绕组极距 $\tau=9$

总线圈数 $Q=28$　　每组圈数 $S_U=4$　$S_V=3$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节距	K_u%	K_{dpV}
4A	1～10	18.5	0.82	3B	6～14	39.5	0.856
	2～9	34.7			7～13	34.8	
	3～8	28.3			8～12	25.7	
	4～7	18.5					

2. 嵌线方法　　采用分层嵌线，主绕组最大线圈交叠嵌入。嵌线顺序见下表：

表 3.7.31　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	4	7	3	8	2	9	1	31	34	30	35	29	36	28		22	25	21	26	20
	上层															1					

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层	27	19		13	16	12	17	11	18	10										
	上层			28								19	10	8	12	7	13	6	14	35	3

嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	下层																				
	上层	34	4	33	5	26	30	25	31	24	32	17	21	16	22	15	23				

3. 绕组特点与应用　　本例采用不同的正弦布线，主绕组为 A 类，每极 4 圈；副绕组是 B 类，每极 3 圈。此绕组能有效地削减高次谐波分量而适用于起动型和运行型电机。主要应用实例有 CO－8024 单相电容起动电动机。

3.7.32　36 槽 4 极 4/3—B/A 正弦绕组布线接线图

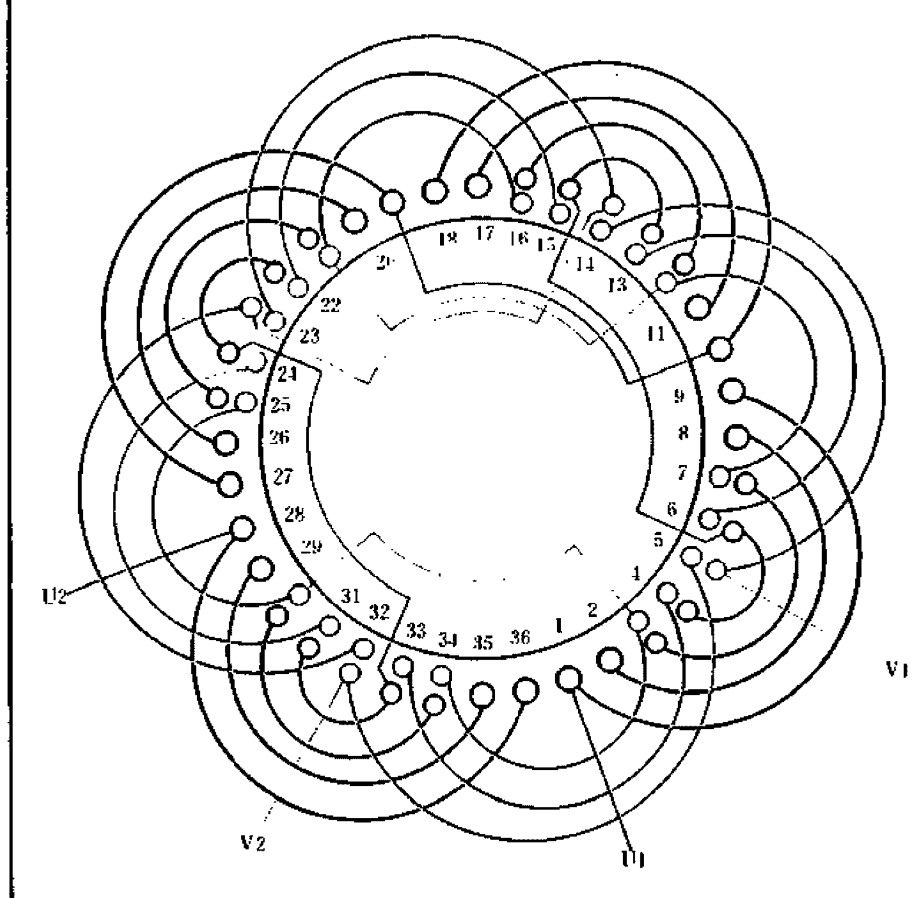


图　3.7.32

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　　线圈组数　$u=8$　　极相槽数　$q=4\frac{1}{2}$

电机极数　$2p=4$　　每槽电角　$\alpha=20°$　　绕组极距　$\tau=9$

总线圈数　$Q=28$　　每组圈数　$S_U=4$　$S_V=3$

主、副绕组布线方案及每极线圈匝比见下表：

主绕组				副绕组			
布线类型	节　距	K_u%	K_{dpU}	布线类型	节　距	K_u%	K_{dpV}
4B	1～9	34.6	0.793	3A	5～14	22.7	0.893
	2～8	30.6			6～13	42.6	
	3～7	22.7			7～12	34.7	
	4～6	12.1					

2. 嵌线方法　　主绕组于底层整嵌，副绕组最大线圈则交叠嵌入。嵌线顺序见下表：

表 3.7.32　分层交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
嵌入槽号	下层	4	6	3	7	2	8	1	9	31	33	30	34	29	35	28	36	22	24	21
	上层																			

嵌绕次序		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
嵌入槽号	下层	25	20	26	19	27	13	15	12	16	11	17	10	18					5	
	上层														7	12	6	13		34

嵌绕次序		39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
嵌入槽号	下层				32						23						14		
	上层	3	33	4		5	25	30	24	31		32	16	21	15	22		23	14

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组采用与上例相反的布线。主绕组是正弦 B 类满圈安排，占槽率高，但绕组系数低，能基本消除 3、5、7 次谐波干扰。副绕组是缺 1 圈 A 类，绕组系数稍高，但存在高次谐波分量。此方案既适用于起动型，也宜用运行型电机，但产品中只见于起动型，如单相阻抗起动电动机 JZ1B－4；单相电容起动电动机 JY1A－4、CO2－90S4、CO2－90L4 等。

3.8 单相分布式罩极绕组

罩极绕组是单相绕组的特殊结构型式。它的主绕组就理论而言，可采用所有单相绕组的布线型式，但由于规格有限，而且定子铁心较小，实用上主要选用同心式绕组；目前在产品电机中、为改善并提高运行性能，一般都采用正弦绕组布线。副绕组不与电源直接交连而自行短接闭合。它嵌置于极面槽内，罩住 1/3～3/4 极面，故称罩极。

一、绕组参数

罩极式电动机有凸极式和隐极式。前者为结构简单的集中式绕组，其罩极绕组为单匝短路环；本节范例为隐极式，定子铁心与普通电动机相同，主绕组是正弦布线；副绕组采用的分布形式变化较多，既有单匝，也有多匝布线的。

(1) 主绕组线圈数　$Q_U=2pS_U$

(2) 主绕组线圈组数　$u=2p$

(3) 每极线圈数 S_U 由主绕组选定的正弦布线方案确定；

(4) 罩极线圈数 S_r 是指分布式罩极线圈的总线圈数；

(5) 每槽电角度　$\alpha=\dfrac{2p\times180°}{Z}$

(6) 罩极绕组偏角 θ 是指罩极偏移主绕组磁极中心的电角度，一般以 $\theta=45°$较为理想。

主绕组布线方案与正弦绕组相同，可参考上节内容叙述。

二、绕组特点

(1) 主绕组特点可参阅正弦绕组部分所述；

(2) 主绕组为显极式布线，相邻组间连接是反向串联，即“尾接尾”或“头接头”；

(3) 罩极绕组视具体情况而设计成单匝线圈或多匝线圈、单圈罩极或多圈罩极以及短距罩极或长距罩极等多种形式；

(4) 罩极电动机除凸极式采用裸导体制作短路环外，分布式罩极线圈必须选用绝缘导线绕制；

(5) 罩极绕组的安排是罩极电动机性能好坏的重要因素，如取偏角 θ 大则起动性能好而运行性能较差；反之、起动性能较差。

三、绕组嵌线

罩极电动机绕组采用分层嵌线。主绕组用线模绕制线圈后嵌入相应槽的下层，操作时先嵌同组中的小线圈，逐级嵌入，最后才嵌最大的线圈。罩极绕组因匝数仅为一至数匝、故一般不用模绕，而是用手将绝缘导线直接嵌绕入槽的面层，并采用连绕工艺；即绕完一线圈后不把导线剪断，而继续绕第二、第三线圈，全部绕完后将始端和末端短接焊牢，成为闭合回路。

四、应用

罩极电动机起动转矩小、运行效率低且耗能大，其性能不如其它单相电动机；但它的结构简单，制造成本也较低，若设计合理则故障甚少。在某些出力不大的场合仍不失为一种与其性能相适应的使用机种。它主要用于小型鼓风机、吹风机之类。

罩极电动机的转向取决于罩极与主绕组的相对位置，与绕组接线无关。其转向是从主绕组轴线转向近邻的罩极绕组轴线。

本节分布式罩极电机绕组例图由双色绘制，黄色代表主绕组；绿色代表罩极绕组。

3.8.1　12槽2极分布式罩极绕组布线接线图之一

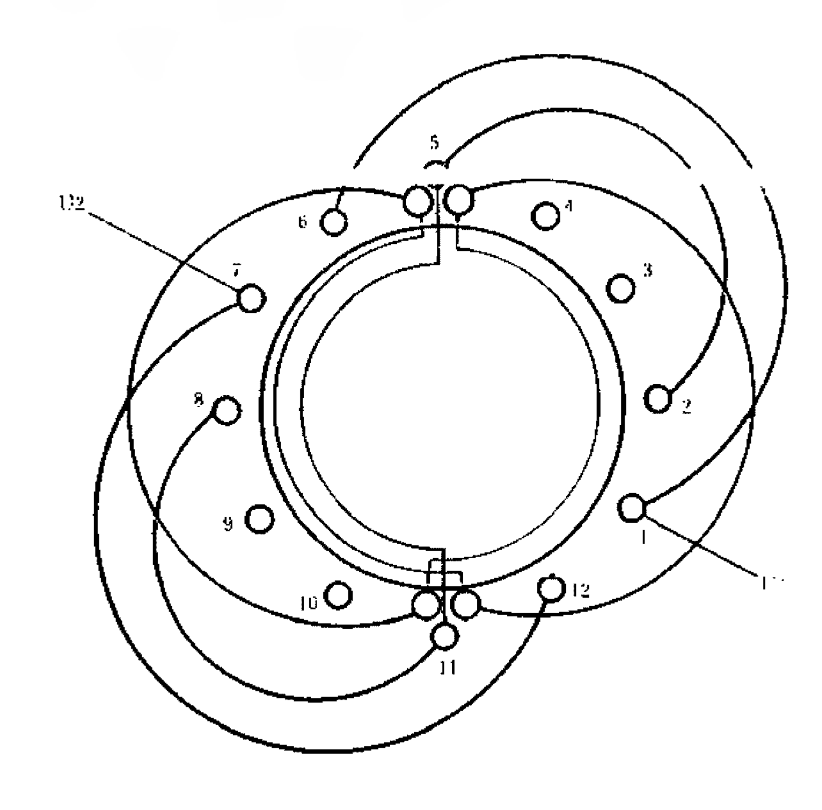


图　3.8.1

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=12$　　主圈组数　$u=2$　　每槽电角　$\alpha=30°$

电机极数　$2p=2$　　每组圈数　$S_U=2$　　罩极偏角　$\theta=45°$

主线圈数　$Q_U=4$　　罩极圈数　$S_r=2$

主绕组正弦布线方案见下表：

布线类型	极　距　τ	节　距　Y	K_u%	K_{dp}
2B①	6	1—6	57.7	0.856
		2—5	42.3	

① 同正弦绕组。

2. 嵌线方法　　采用分层嵌线。主绕组整嵌入相应槽内，衬垫绝缘后再手绕嵌于面。主绕组的嵌线顺序见下表：

表 3.8.1　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嵌入槽号	下层	2	5	1	6	8	11	7	12				
	上层									11	5	11	5

3. 绕组特点与应用

（1）每极只用2只线圈，绕组系数较高；但定子空出4槽，铁心有效利用率较低；

（2）主绕组采用2B正弦布线安排，仍然存在较强的3、5、7次谐波分量；

（3）罩极线圈采用长跨距布线，有利于在有限圈数的条件下获得较大的绕组电阻；而且全部安排在主绕组匝数较少的槽，使槽的有效截面积能较充分利用；

（4）罩极绕组磁极偏角满足45°的要求，能使电动机获得较好的起动性能。

此方案主要用于微型电机，常作为小型仪表盘的风扇电动机。

3.8.2 12槽2极分布式罩极绕组布线接线图之二

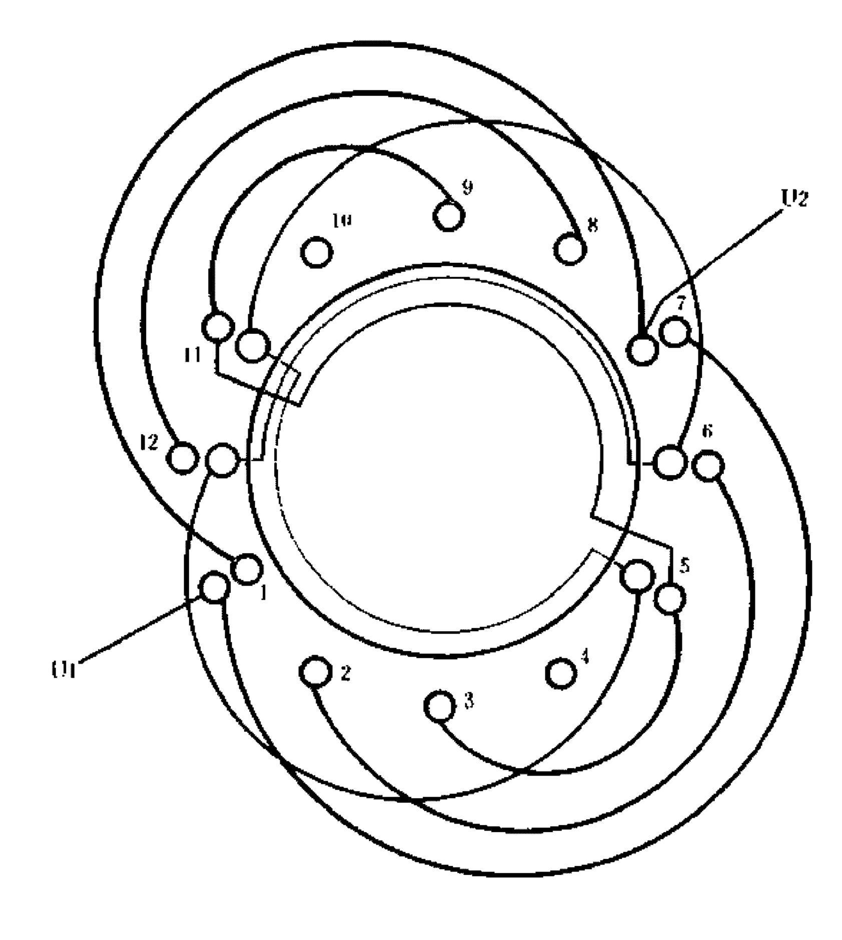


图 3.8.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=12$　　主圈组数 $u=2$　　每槽电角 $\alpha=30°$

电机极数 $2p=2$　　每组圈数 $S_U=3$　　罩极偏角 $\theta=45°$

主绕圈数 $Q_U=6$　　罩极圈数 $S_s=2$

主绕组正弦布线方案见下表：

布线类型	极距 τ	节距 Y	K_u%	K_{dp}
3A	6	1—7	26.8	0.804
		2—6	46.4	
		3—5	26.8	

2. 嵌线方法　　主绕组采用整圈嵌线，嵌线顺序见下表：

表 3.8.2 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	3	5	2	6	1	7	9	11	8	12						
	上层											7	1	12	5	11	6

3. 绕组特点与应用

(1) 主绕组为A类正布满圈布线，每极由3只线圈组成，能有效地消除3、5、7、9次谐波干扰，可明显地改善电机性能；

(2) 电机主绕组极面拓宽后，电动机旋转运行比较稳静，但绕组系数较低；

(3) 罩极线圈安排在4个槽内，既满足罩极45°偏角的要求，又能较好的利用槽的有效面积。本例绕组曾用于罩极电动机改绕。

3.8.3　12槽4极分布式罩极绕组布线接线图之一

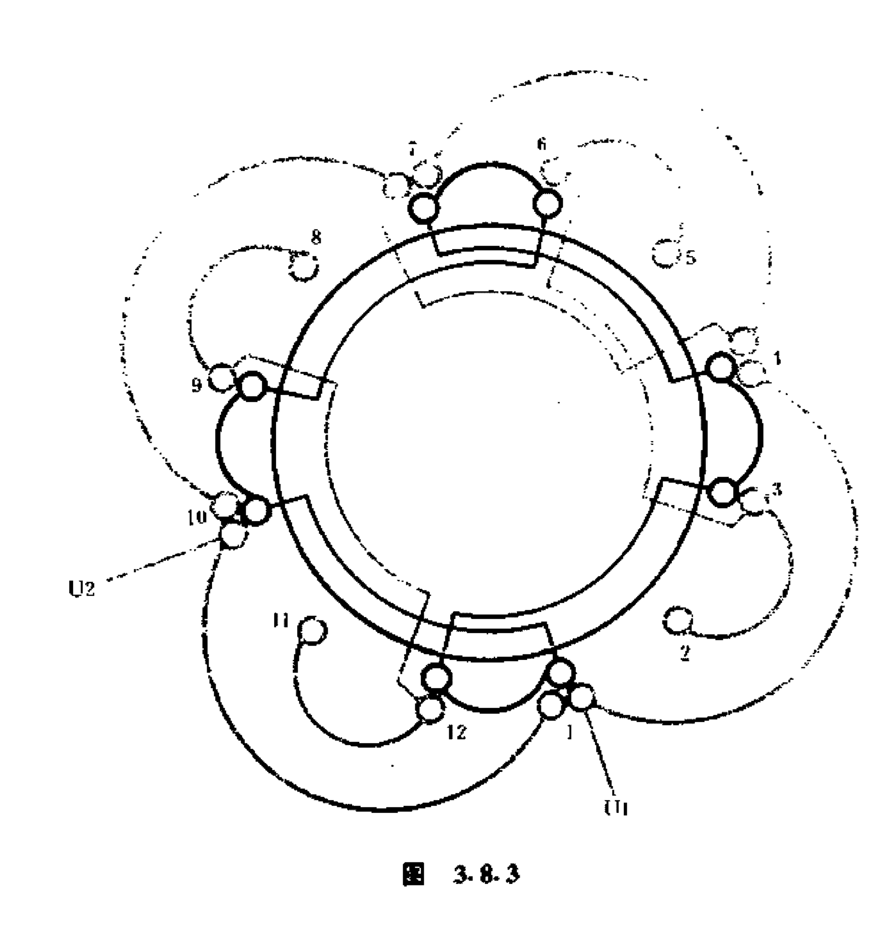


图　3.8.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=12$　　主圈组数　$u=4$　　每槽电角　$\alpha=60°$

电机极数　$2p=4$　　每组圈数　$S_U=2$　　罩极偏角　$\theta=60°$

主线圈数　$Q_U=8$　　罩极圈数　$S_j=4$

主绕组正弦布线方案见下表：

布线类型	极　距　τ	节　距　Y	K_u%	K_{dp}
2A	3	1—4	50	0.75
		2—3	50	

2. 嵌线方法　　先将主绕组嵌入相应槽内，衬垫绝缘后再用手绕法直接把罩极线圈的规定匝数绕嵌在相应槽的面层。主绕组的整嵌顺序见下表：

表 3.8.3　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	3	1	4	11	12	10	1	8	9	7	10	5	6	4	7								
	上层																	4	3	12	1	10	9	6	7

3. 绕组特点与应用

(1) 12槽定子绕制4极电机，每极仅占1½槽，由于每极槽数少，虽用A类布线，仍无法形成完整的正弦磁势，故电气性能不够理想；

(2) 每极只有2只线圈，而且大、小线圈的线径、匝数相同，绕制较方便；

(3) 绕组占槽率高，且每槽电角度也高，故绕组系数很低，将会因匝数增加而使电机铜损增大；

(4) 罩极线圈为每极单圈短节距安排，罩极绕组无法满足45°偏角的要求，起动性能较差。

此绕组只适用于微容量、轻起动的场合：仅见用于仪用扇风机。

3.8.4 12槽4极分布式罩极绕组布线接线图之二

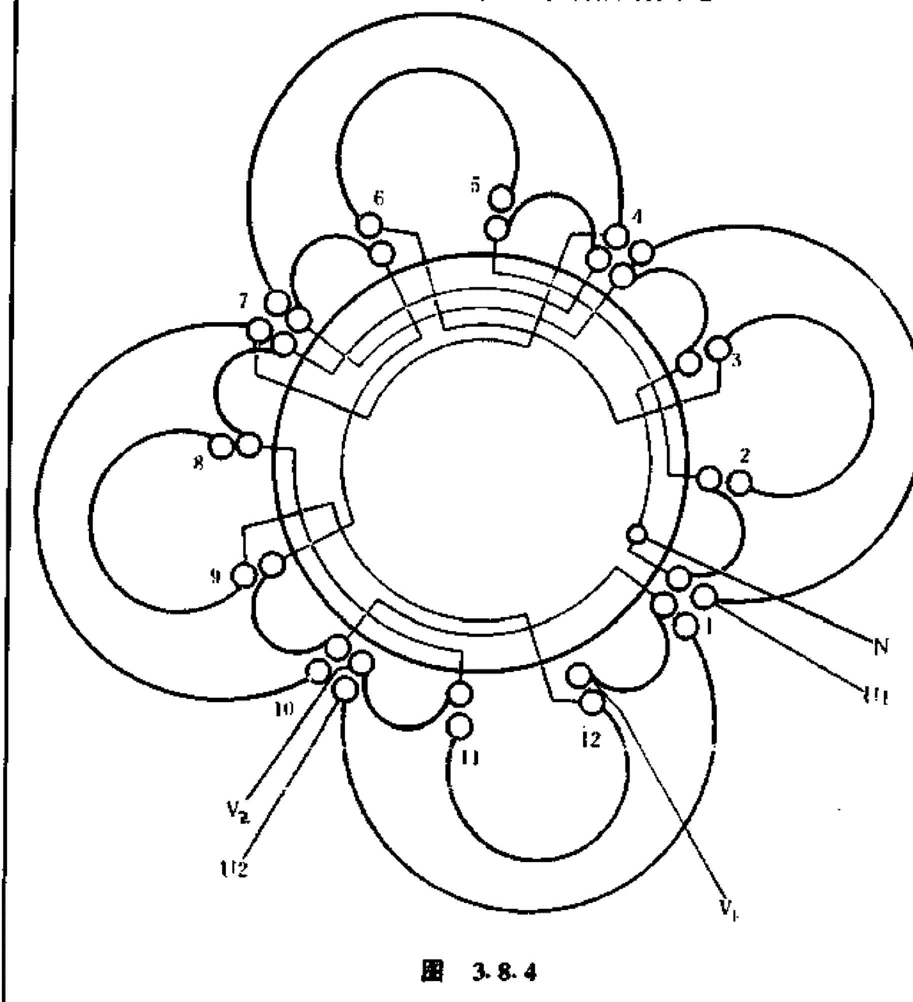


图 3.8.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=12$　　主圈组数 $u=4$　　每槽电角 $\alpha=60°$

电机极数 $2p=4$　　每组圈数 $S_U=2$　　罩极偏角 $\theta=60°$

主线圈数 $Q_U=8$　　罩极圈数 $S_j=8$

主绕组正弦布线方案见下表：

布线类型	极距 τ	节距 Y	K_u%	K_{dp}
2A	3	1—4	50	0.75
		2—3	50	

2. 嵌线方法　先嵌主绕组，嵌线顺序见下表。罩极绕组分两组，分别按图用手绕嵌。

表 3.8.4 整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
下层槽号	2	3	1	4	11	12	10	1	8	9	7	10	5	6	4	7
嵌绕次序	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
上层槽号	12	1	10	9	6	7	4	3	10	11	8	7	4	5	2	1

3. 绕组特点与应用　绕组特点同上例。但本例为双转向罩极方案，罩极绕组有两套，一套为正转(图中红色线圈)，引出线 V_Z；另一套为反转(图中绿色线圈)，引出线 V_F；两组另一端连结为公共点，并引出线 N。因此，本例绕组与一般罩极绕组不同，它的首尾不是自行短接，而是通过外部附加的双投开关进行短路。即正转时将 V_Z 和 V_F 短接，使 V_Z—N 罩极绕组工作；若 V_F—N 短接，则电动机反转。

本例无产品，但曾用于展览馆立体模型而改绕的双转向罩极电动机。

3.8.5　16槽2极分布式罩极绕组布线接线图

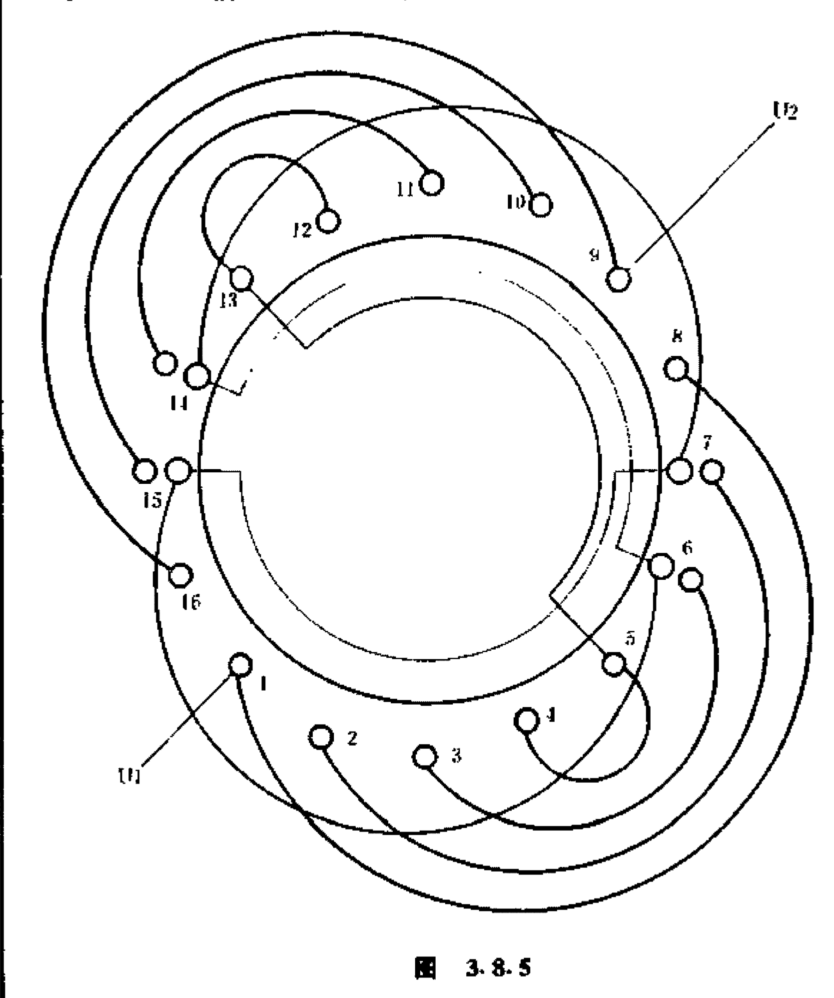


图　3.8.5

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=16$　　主圈组数　$u=2$　　每槽电角　$\alpha=45°$

电机极数　$2p=2$　　每组圈数　$S_U=4$　　罩极偏角　$\theta=22.5°$

主线圈数　$Q_U=8$　　罩极圈数　$S_r=2$

主绕组正弦布线方案见下表：

布线类型	极　距　τ	节　距　Y	K_n%	K_{dp}
4B	8	1　8	38.3	0.78
		2—7	32.4	
		3—6	21.7	
		4—5	7.6	

2. 嵌线方法　　先嵌主绕组，后绕罩极线圈，嵌线顺序见下表：

表　3.8.5

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	4	5	3	6	2	7	1	8	12	13	11	14	10	15	9	16				
	上层																	7	14	6	15

3. 绕组特点与应用

（1）主绕组为B类满圈安排，能基本消除高次谐波影响，电机有较好的电气性能；

（2）绕组占槽率高、无空槽，铁心有效利用率也高，但绕组系数低，铜耗较大；

（3）主绕组线圈多而需4个塔模绕制，且有节距为1槽的小线圈，嵌绕费工费时；

（4）罩极绕组安排于匝数较少的槽中，槽面积能合理利用；

（5）罩极绕组偏角满足45°，有较好的起动性能。

本方案主要应用于小型鼓风机的单相电动机。

3.8.6 24 槽 2 极分布式罩极绕组布线接线图

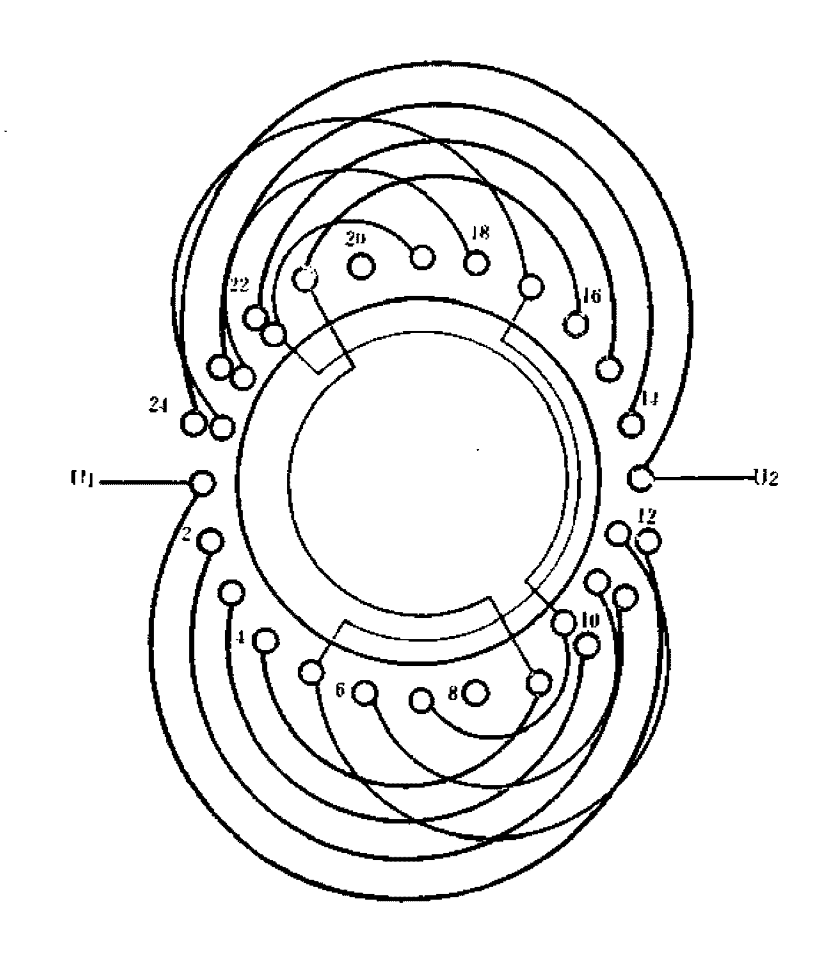


图 3.8.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　　主圈组数 $u=2$　　每槽电角 $\alpha=15°$

电机极数 $2p=2$　　每组圈数 $S_U=4$　　罩极偏角 $\theta=30°$

主线圈数 $Q_U=8$　　罩极圈数 $S_j=6$

主绕组正弦布线方案见下表：

布线类型	极　距 τ	节　距 Y	K_u%	K_{dp}
4B	12	1—12	29.9	0.855
		2—11	27.8	
		3—10	24	
		4—9	18.3	

2. 嵌线方法　　先嵌主绕组，嵌线顺序如下表；衬垫绝缘后用手绕嵌罩极绕组。

表 3.8.6　整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
下层槽号	4	9	3	10	2	11	1	12	16	21	15	22	14	23	13	24
嵌绕次序	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
上层槽号	5	12	6	11	7	10	22	19	23	18	24	17				

3. 绕组特点与应用

（1）主绕组采用正弦 B 类缺 2 圈布线，但每极槽数多，气隙仍能形成近似正弦磁势，但仍有 3 次谐波影响；

（2）定子有 2 个空槽及 6 个单层半空槽，占槽率和铁心利用率都较低；

（3）罩极采用多圈长距布线，每极圈数为 3 圈，串联线匝较长，故常用较粗的绝缘导线绕制；

（4）罩极偏角仅为 30°，只适用于空载起动场合；若嫌起动转矩不足，可将罩极线圈组逆时向移动 1 槽，使偏角达到 45°，将有利于改善电动机的起动性能。

本例绕组取材于食堂煤炉鼓风机用的单相电动机。

3.8.7 24槽4极分布式罩极绕组布线接线图之一

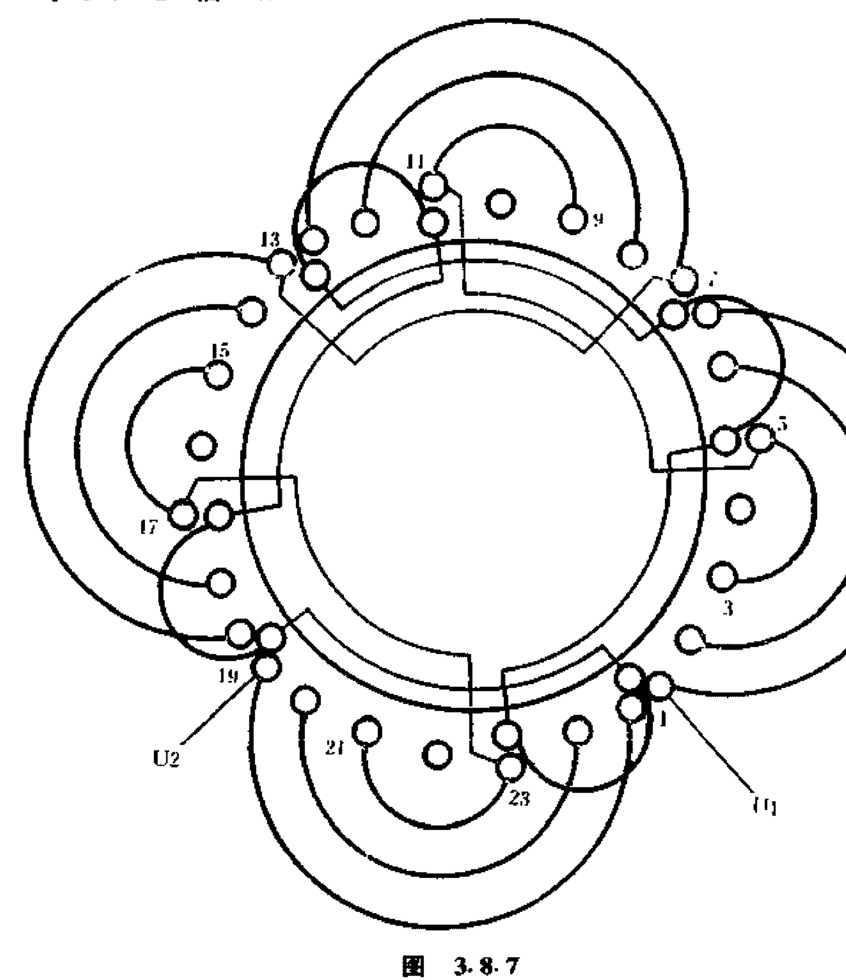


图 3.8.7

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　　主圈组数 $u=4$　　每槽电角 $\alpha=30°$

电机极数 $2p=4$　　每组圈数 $S_U=3$　　罩极偏角 $\theta=60°$

主线圈数 $Q_U=12$　　罩极圈数 $S_j=4$

主绕组正弦布线方案见下表：

布线类型	极距 τ	节距 Y	K_n%	K_{dp}
3A	6	1—7	26.8	0.804
		2—6	46.4	
		3—5	26.8	

2. 嵌线方法　　主绕组先嵌入相应槽内，嵌线顺序见下表：

表 3.8.7　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	3	5	2	6	1	7	21	23	20	24	19	1	15	17	14	18
	上层																
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层	13	19	9	11	8	12	7	13								
	上层									7	5	23	1	19	17	11	13

3. 绕组特点与应用

(1) 主绕组为正弦A类满圈布线，能基本消除3、5、7、9次谐波干扰而获得较好的电气性能；

(2) 由于绕组构成原因使定子空出4槽，并呈90°几何对称分布，从而降低了铁心利用率；

(3) 罩极采用单圈短距布线，罩极偏角θ达到60°，故具有较大的起动转距；若在空载起动的场合，也可改为45°偏角，即将罩极线圈节距增长1槽，使原来双层的罩极边移人空槽，则对电动机运行性能有所改善。

主要应用实例有鼓风机。

3.8.8 24 槽 4 极分布式罩极绕组布线接线图之二

图 3.8.8

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　　主圈组数 $u=4$　　每槽电角 $\alpha=30°$

电机极数 $2p=4$　　每组圈数 $S_U=3$　　罩极偏角 $\theta=45°$

主线圈数 $Q_U=12$　　罩极圈数 $S_j=8$

主绕组正弦布线方案见下表：

布线类型	极　距　τ	节　距　Y	K_u%	K_{dp}
3A	6	1 7	26.8	0.804
		2—6	46.4	
		3—5	26.8	

2. 嵌线方法　　主绕组采用整嵌法，嵌线顺序见下表。罩极绕组用手绕于面层。

表 3.8.8　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	3	5	2	6	1	7	21	23	20	24	19	1	15	17	14	18	13	19	9	11
	上层																				
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层	8	12	7	13																
	上层					7	4	8	3	21	2	22	1	19	16	20	15	9	14	10	13

3. 绕组特点与应用　　主绕组特点同上例。本例罩极绕组则改用长跨距双圈布线，使原来的 4 个空槽嵌人罩极线圈边，铁心槽的利用率有所提高，但罩极线圈增加，嵌绕时需要多耗工时。此外，罩极绕组偏角能满足 45°的要求。电动机的起动和运行性能都相对较好，是 24 槽 4 极罩极电动机常用的绕组形式，主要应用于单相鼓风机。

3.8.9 24槽4极分布式罩极绕组布线接线图之三

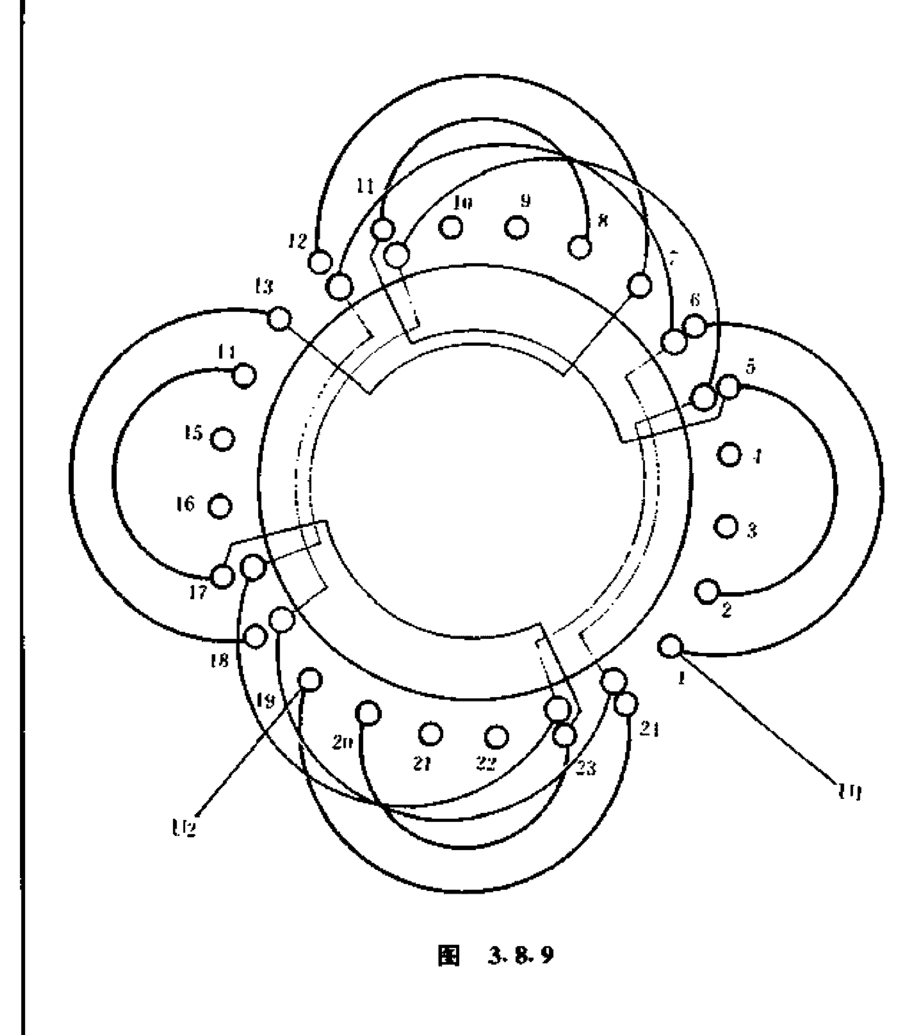


图 3.8.9

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　　主圈组数 $u=4$　　每槽电角 $\alpha=30°$

电机极数 $2p=4$　　每组圈数 $S_U=2$　　罩极偏角 $\theta=30°$

主线圈数 $Q_U=8$　　罩极圈数 $S_i=4$

主绕组正弦布线方案见下表：

布线类型	极　距 τ	节　距 Y	K_n%	K_{dp}
2B	6	1—6	57.7	0.856
		2—5	42.3	

2. 嵌线方法　　先嵌主绕组，后绕罩极绕组。主绕组嵌线顺序见下表：

表 3.8.9　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	5	1	6	20	23	19	24	14	17	13	18	8	11	7	12								
	上层																	6	12	18	24	5	11	17	23

3. 绕组特点与应用

(1) 主绕组采用B类正弦绕组缺圈布线，气隙不能形成完整的正弦磁势，且高次谐波分量较大；

(2) 主绕组每极只有2只线圈，嵌绕比较方便，且绕组系数较高，但空槽多，铁心槽的利用率较低；

(3) 罩极绕组采用长节距线圈，其布线形式近似于庶极，它的匝长适中，两组线圈交叉接成两个自行闭合的回路，是一种较新颖的罩极形式；

(4) 罩极绕组偏角较小，仅为30°；电动机运行性能较好，但只适用于空载起动的场合。

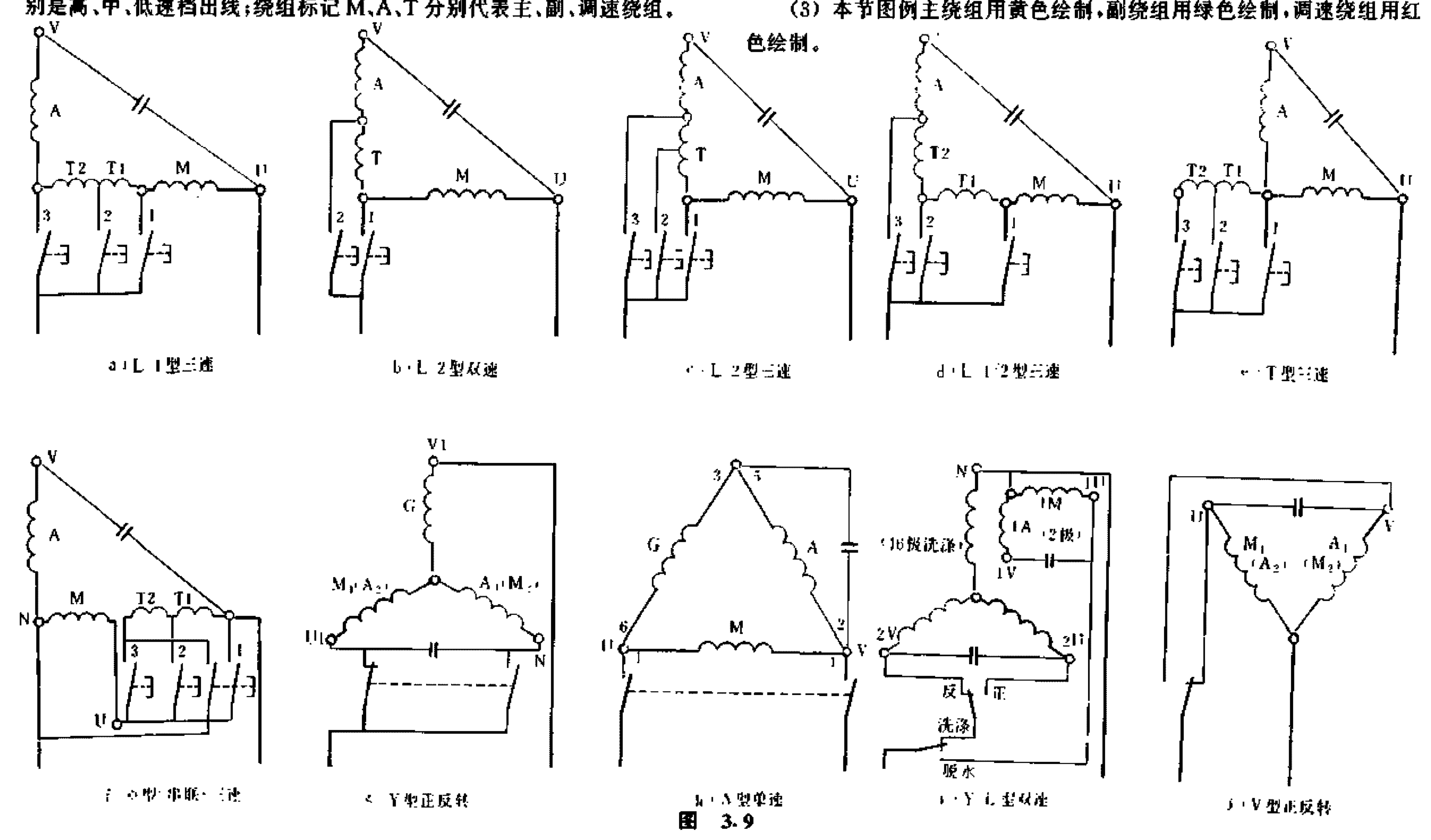
本绕组见于通风机用的单相电动机。

3.9 单相家用电器专用及特种型式绕组

(1) 绕组出线标记同普通系列单相电动机。抽头调速绕组的U、V分别为主、副绕组出线；N为主、副绕组另一端内部连接的公共点；1、2、3分别是高、中、低速档出线；绕组标记M、A、T分别代表主、副、调速绕组。

(2) 抽头调速绕组布线型式用三组数字表示，第一组是主绕组；第二组是副绕组；第三组是调速绕组。每组中的整数代表单层线圈数；分数中的分母“2”表示是双层线圈，分子数字代表双层线圈数。例如，4－2(2/2)－2/2表示抽头调速绕组是由4只单层线圈的主绕组、2只单层线圈和2只双层线圈的副绕组以及2只双层线圈的调速绕组构成的。

(3) 本节图例主绕组用黄色绘制，副绕组用绿色绘制，调速绕组用红色绘制。



a) L-1型三速 b) L-2型双速 c) L-2型三速 d) L-1/2型三速 e) T型三速

f) 串联三速 g) Y型正反转 h) Δ型单速 i) Y-L型双速 j) V型正反转

图 3.9

3.9.1 8槽4极L—2型双速绕组4—2—2布线接线图

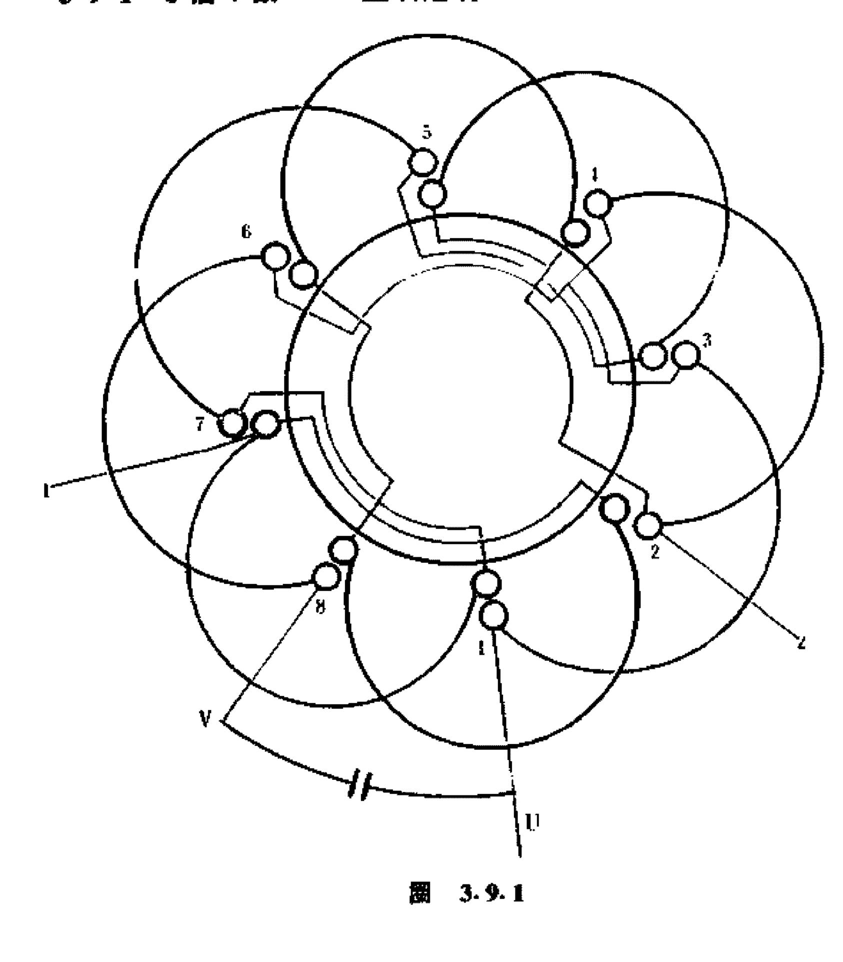


图 3.9.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=8$　主相圈数 $S_m=4$　线圈节距 $Y=1-3$

电机极数 $2p=4$　副相圈数 $S_a=2$　绕组系数 $K_{dpm}=1$

总线圈数 $Q=8$　调速圈数 $S_t=2$　$K_{dpa}=1$

绕组组数[㊀] $u=3$　绕组极距 $\tau=2$

2. 嵌线方法　本例绕组属双层链式，嵌线可有整嵌或交叠嵌法，但实用上多采用整嵌法，即将线圈对称整圈嵌入，既容易嵌线，又便于处理层间绝缘。嵌线顺序见下表：

表 3.9.1 对称整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	3	5	7					2	4	6	8				
	上层					3	5	7	1					4	6	8	2

3. 绕组特点与应用　本例绕组虽属双层链式布线，但8只线圈分3组构成双速电机。除4只线圈的主(相)绕组外，其余两组由原来副绕组分裂而成，即一组保留2只线圈仍为副(相)绕组(图中绿色线圈)；另一组的2只线圈则改为调速绕组(图中红色线圈)，从而构成调速型式为L—2型4—2—2布线。

电动机接线原理如图3-9b所示。这时电机是逆时针旋转(从定子绕组接线端视向。下同)故要求副绕组进线(V)在U线相邻槽的左侧；而且副绕组和调速绕组两线圈应各自按底极连接为同极性，但两绕组必须为异极性。

此绕组槽数少，嵌线方便，但谐波磁势较大，性能稍差，目前趋向于用16槽或12槽定子所代替。本例常应用于台式、立式电风扇的电容电动机。

㊀ 绕组组数系指主副绕组、调速绕组及其分组数（下同）。

3.9.2　8槽4极L－2型双速绕组4－4/2－2/2布线接线图

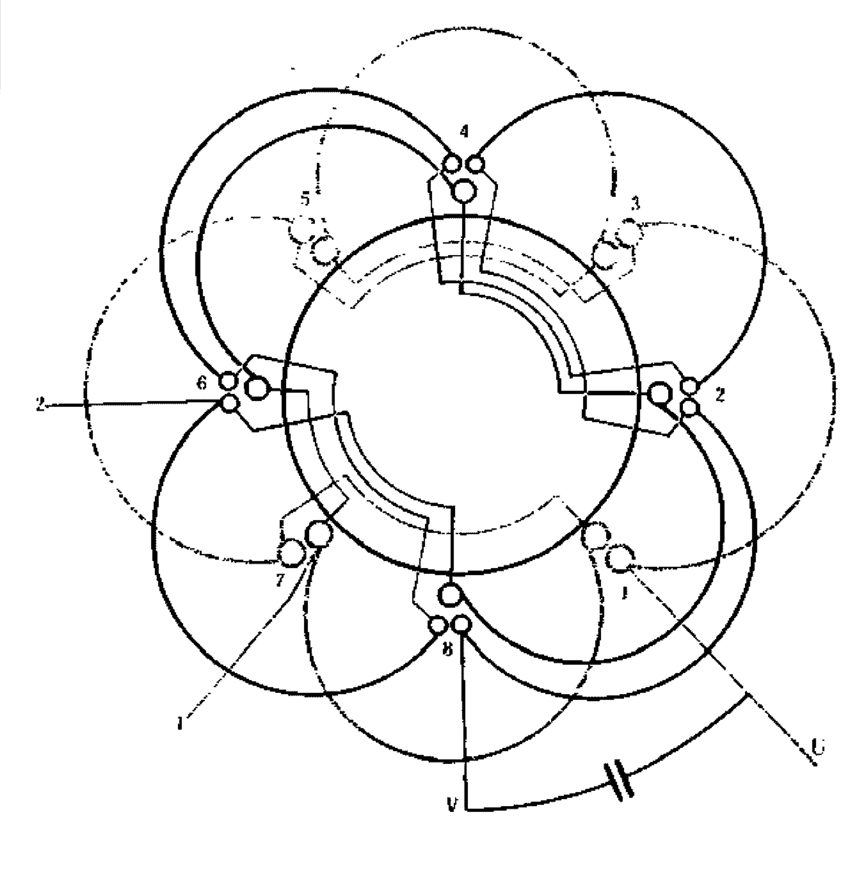


图　3.9.2

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=8$	主相圈数	$S_m=4$	线圈节距	$Y=1-3$
电机极数	$2p=4$	副相圈数	$S_a=4$	绕组系数	$K_{dpm}=1$
总线圈数	$Q=10$	调速圈数	$S_t=2$		$K_{dpa}=1$
绕组组数	$u=3$	绕组极距	$\tau=2$		

2. 嵌线方法　先嵌主绕组，再嵌副绕组，最后嵌入调速绕组。嵌线时采用对边整嵌，嵌线顺序见下表：

表 3.9.2　对称整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	1	3	5	7					8	2	4	6								
	中层													6	8	2	4				
	上层					3	5	7	1									8	2	4	6

3. 绕组特点与应用　定子8槽4极绕制双层时为8只线圈。采用L－2型调速接线，所增加的调速绕组(图中红色线圈)与副绕组(图中绿色线圈)同相位，故副绕组槽内有3个有效边，构成4－4/2－2/2布线。

调速电机接线原理如图3-9b所示。V绕组进线在U线左侧，本方案是逆时针方向接线。主绕组和副绕组均为显极布线，分别由4只线圈组成，相邻线圈应“尾与尾”或“头与头”相接；调速绕组只有2只线圈，对称分布并安排与副绕组同相位槽中，它是庶极布线，使两线圈电流方向相同，即“尾与头”顺接串联。而且，线圈在高速档时的电流方向应与同槽副绕组线圈相同。

本例部分槽层次多，槽满率稍高；谐波影响较大，性能稍差于12或16槽电机。主要应用于二档调速电扇电容式电动机。

3.9.3 8槽4极L－2型三速绕组4－4/2－4/2布线接线图

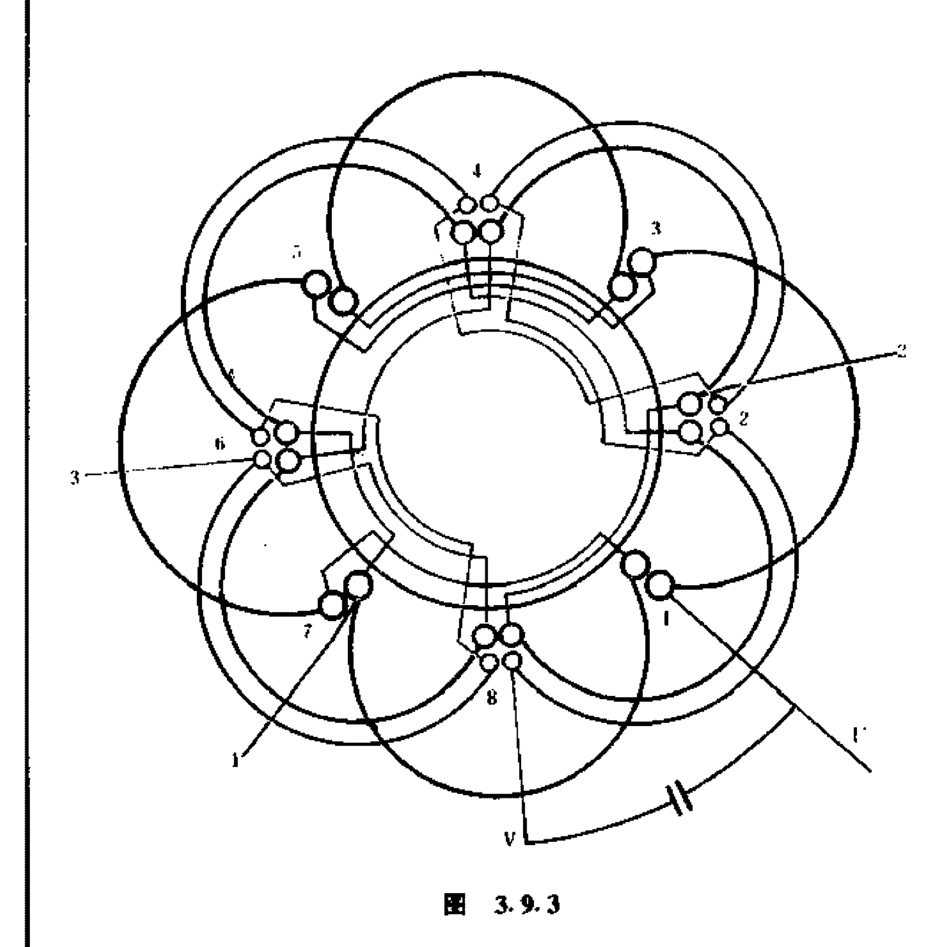


图 3.9.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=8$　主相圈数 $S_m=4$　线圈节距 $Y=1-3$

电机极数 $2p=4$　副相圈数 $S_a=4$　绕组系数 $K_{dpm}=1$

总线圈数 $Q=12$　调速圈数 $S_t=2+2$　$K_{dpa}=1$

绕组组数 $u=4$　绕组极距 $\tau=2$

2. 嵌线方法　采用分层布线，即先将主绕组嵌入相应槽内，其端部处于底层，再嵌副绕组于中层，然后将调速绕组复于其面。嵌线顺序见下表：

表 3.9.3　对称整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	3	5	7					2	4	8	2	6	8	4	6								
	上层					3	5	7	1									2	4	8	2	6	8	4	6

3. 绕组特点与应用　本例是三速绕组，主绕组和副绕组布接线与上例相同，均由4只线圈按显极布线。调速绕组则较上例增加一档，并由两组构成，每组由两只安排在对称位置的庶极线圈构成，因此，同组两线圈的极性相同，而且它的极性与同槽副绕组线圈的极性一样，即在高速档时两组调速线圈的极性必须相反。三档调速电动机的接线原理如图3-9c所示。

副绕组槽中有4个元件边，层次多，层间绝缘占去槽面积的比例较大，使有效槽满率降低，且线圈数多，接线也较繁琐复杂，嵌绕工艺也费工时。主要用于老式台扇改绕三速。

3.9.4 12槽4极单相△形双层链式绕组布线接线图

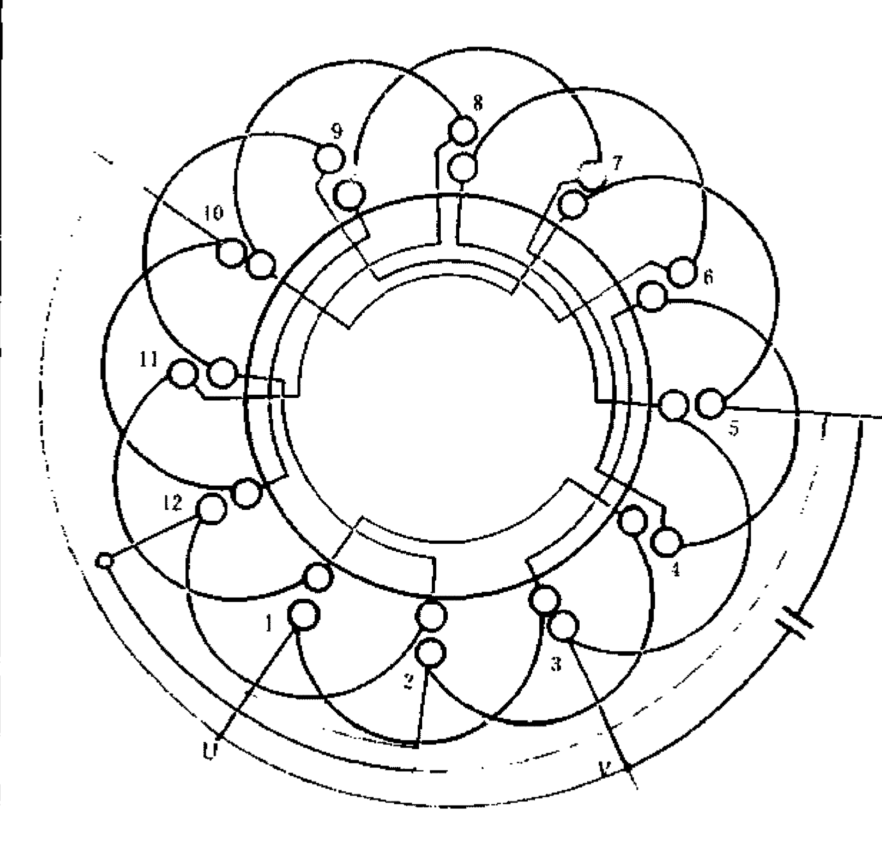


图 3.9.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=12$　　线圈组数 $u=12$　　附加圈数 $S_{g}=4$

电机极数 $2p=4$　　主相圈数 $S_{m}=4$　　绕组极距 $\tau=3$

总线圈数 $Q=12$　　副相圈数 $S_{a}=4$　　线圈节距 $Y=1—3$

2. 嵌线方法　本例绕组结构属三相双层链式绕组，故嵌线方法同双叠绕组，采用交叠法嵌线，嵌线吊边数为2。嵌线顺序见下表：

表 3.9.4　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	12	11		10		9		8		7		6		5		4		3		2			
	上层				1		12		11		10		9		8		7		6		5		4	3	2

3. 绕组特点与应用　本例为单相绕组的特殊形式。它采用三相布线，三相线圈组数相同，每相分4组，每组仅1只线圈，故实属三相双层链式结构型式，因应用于单相电源，归入空间相差120°电角的非正交单相绕组。绕组可设计成三相参数完全相同的三相、单相通用型式；也可根据使用性能设计成各相绕组参数不同的单相绕组，以达到较好的经济技术指标。绕组采用三角形接法，用作单相电动机的接线原理见图3-9h，它以一相为主相绕组(M)，并接于电源；其余两相串联后也并于电源，其中副绕组(A)的两端并联移相电容器C。

此绕组在国外应用于电容式单相电扇电动机。

3.9.5 18槽2极单层同心式空槽布线接线图

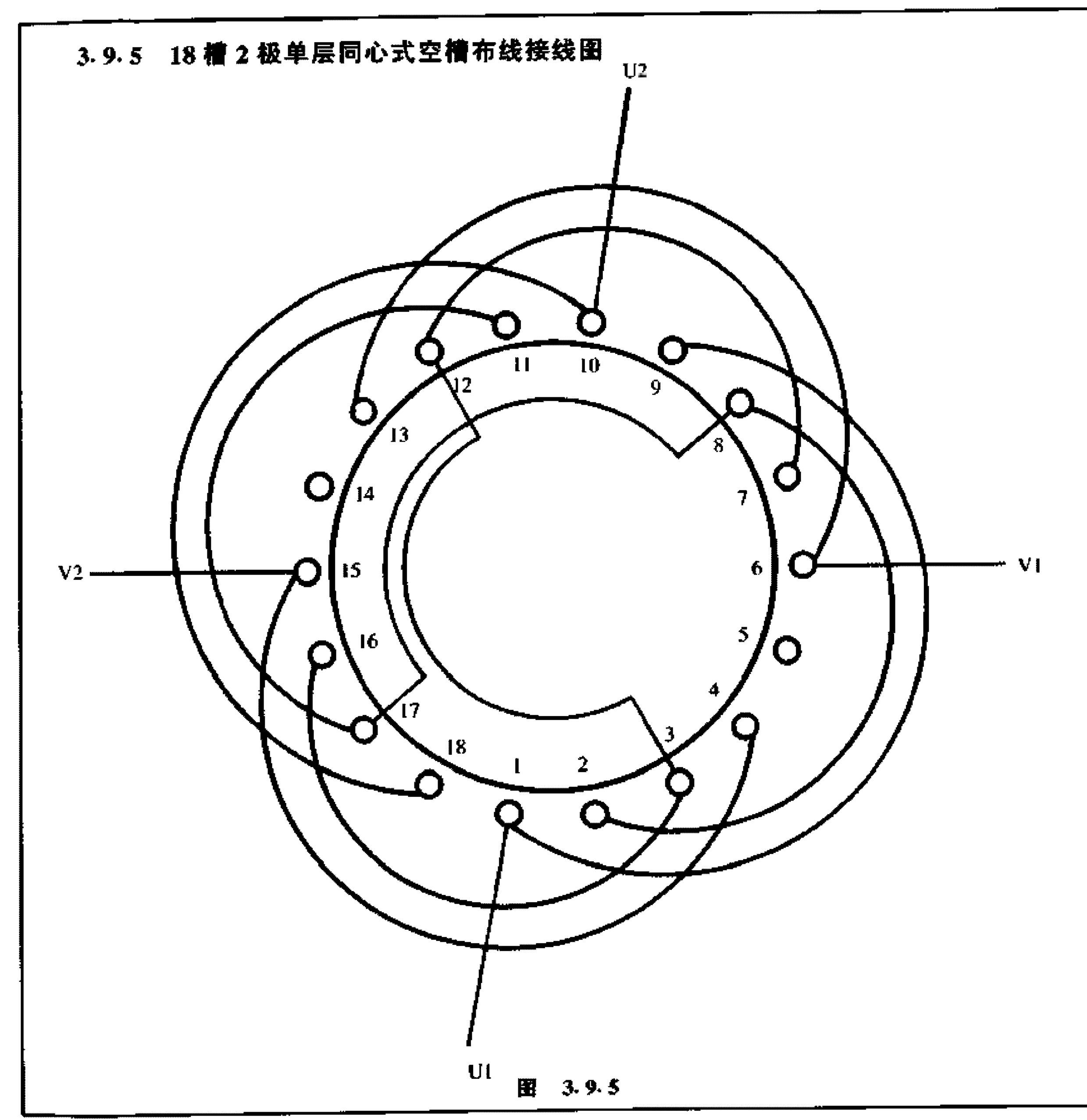


图 3.9.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　副相圈数 $S_a=4$

电机极数 $2p=2$　线圈节距 $Y_m=8.6$　$Y_a=7.5$

总线圈数 $Q=8$　绕组极距 $\tau=9$

线圈组数 $u=4$　绕组系数 $K_{dpm}=0.926$

主相圈数 $S_m=4$　$K_{dpa}=0.882$

2. 嵌线方法　本例绕组宜用整嵌法，先嵌主绕组，后嵌副绕组，使两绕组分处上、下平面上。嵌线顺序见下表：

表 3.9.5 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	2	8	1	9	11	17	10	18										
	上平面									7	12	6	13	16	3	15	4		

3. 绕组特点与应用　本例属于非正规布线的电动机绕组。按正规安排单相同心式2极绕组用显极布线时，每相为2组，每组均由2只同心线圈组成，则绕组共占16槽，故嵌绕单相电容运转电动机时将多出的两槽留空。绕组接线是反接串联，即同相两组线圈是“尾与尾”相接。本绕组电气性能并不理想，也没有正规产品，仅作为空槽布线的示例。主要应用于小型三相电动机改绕单相作为小型鼓风电动机。为了提高电动机的性能，最好改绕成布线为3/2－A/B的正弦绕组。

3.9.6 18槽2极单相△形单层同心式绕组布线接线图

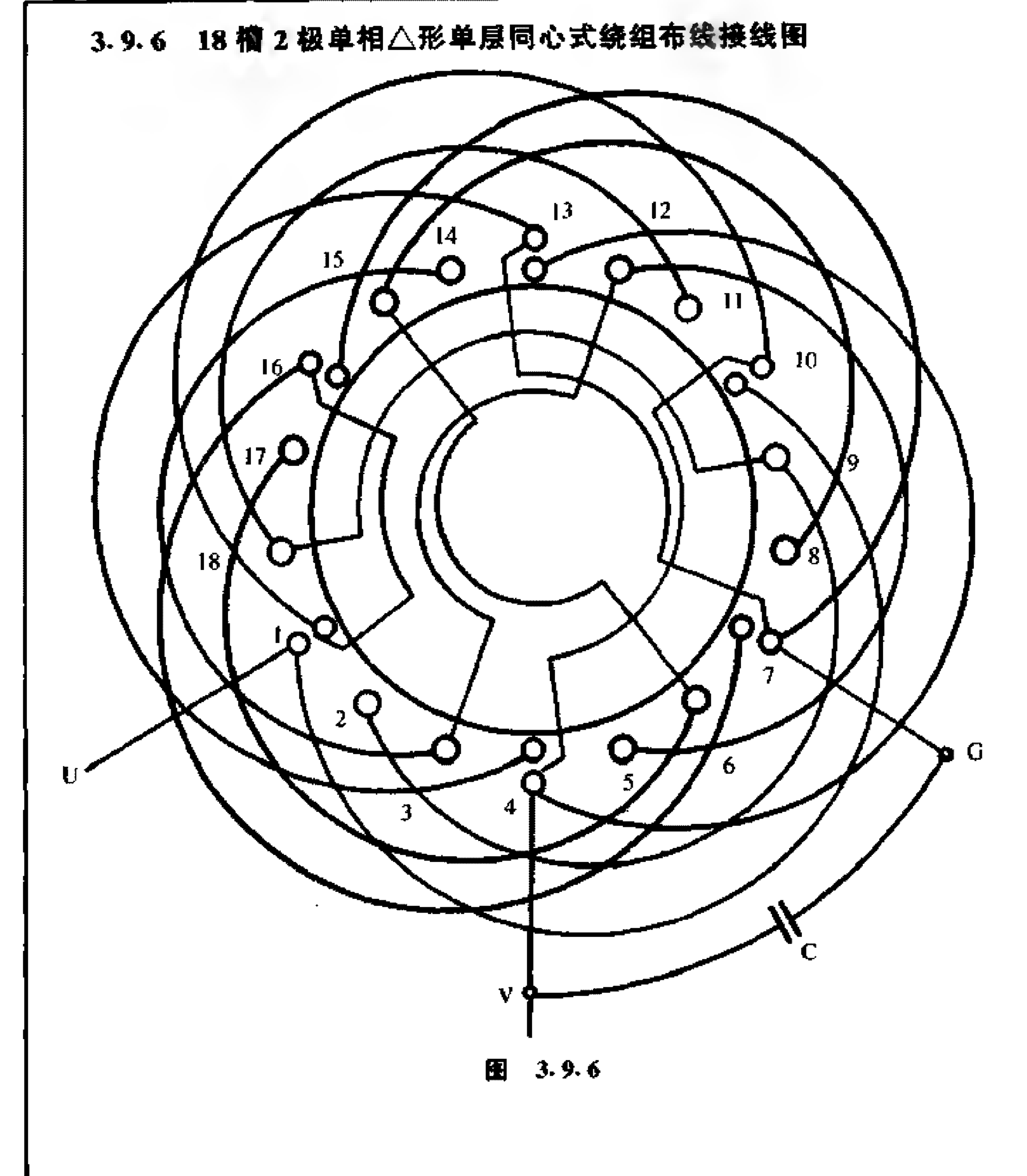


图 3.9.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　主相圈数 $S_m=4$　绕组极距 $\tau=9$

电机极数 $2p=2$　副相圈数 $S_a=4$　线圈节距 $Y=1-10$

总线圈数 $Q=12$　附加圈数 $S_g=4$　　$2-9$

绕组组数 $u=6$　极相槽数 $q=3$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，嵌线顺序见下表：

表 3.9.6 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下层	2	9	1	17	6	16	14	3	13	11	18	10
	上层												

嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层		8	15	7		5	12	4				
	上层	1				16				13	10	7	4

3. 绕组特点与应用　本例为特殊型式，单相绕组按三相形式安排，并采用单双层混合式布线。每相2组线圈，每组由2只同心线圈组成，同相组间是反接串联，即"尾与尾"相接。三相绕组可设计成相同参数而通用于三相或单相电源；也可设计成各相参数不同，只用于单相电源。但整个绕组的内部接线形式与普通三相电动机△形接法完全相同，即三相连环顺接串联成△形。单相电动机接线原理如图3-9h所示。图中U是主相绕组(M)的出线；V是副相绕组(A)的出线；G则是附加(副相)绕组(G)的出线。单相电源从U－V接人；移相电容并于V－G之间。此绕组主要用于微小容量电动机，如JXO7A－2、JXO7B－2等单相电容电动机。

3.9.7　18 槽 4 极单相△形单层同心交叉式绕组布线接线图

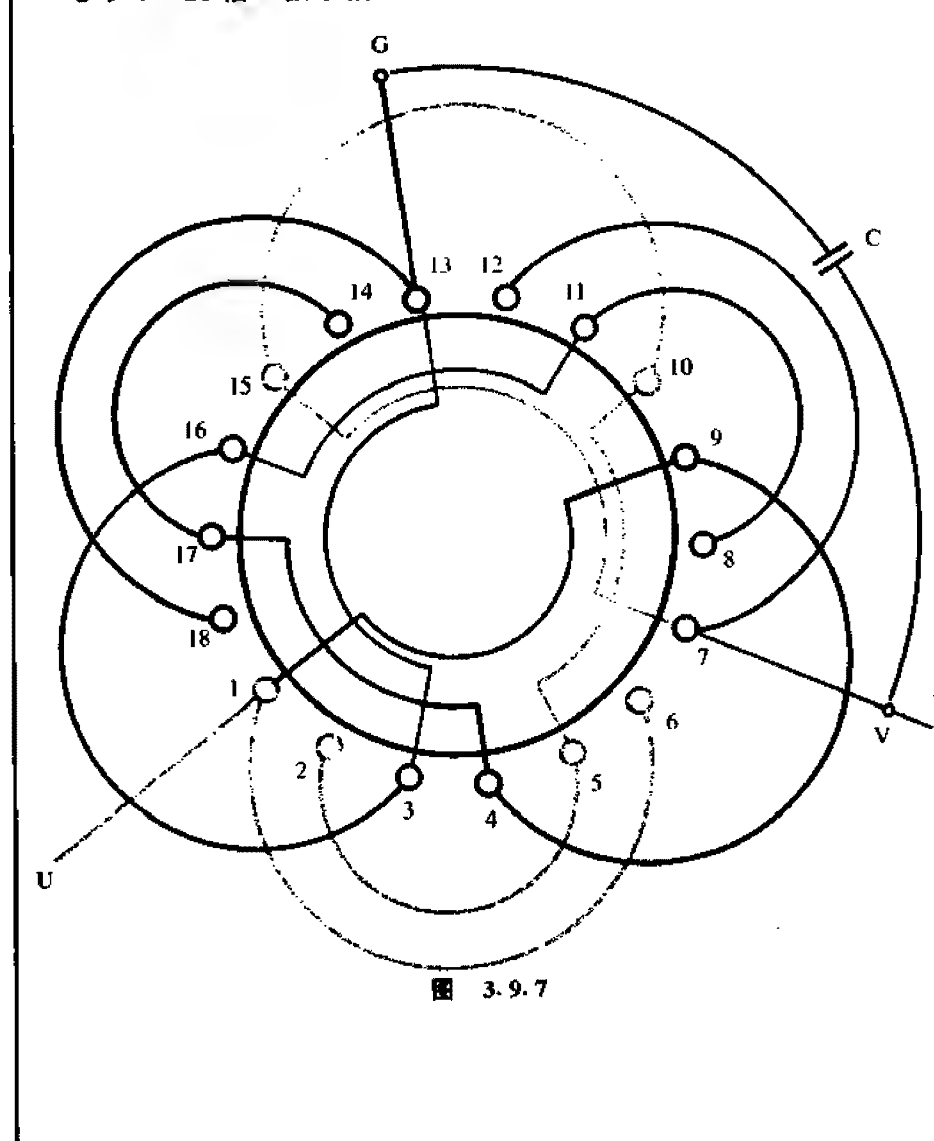


图　3.9.7

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=18$	主相圈数	$S_m=3$	绕组极距	$\tau=4\frac{1}{2}$
电机极数	$2p=4$	副相圈数	$S_a=3$	线圈节距	$Y_1=1—6、2—5$
总线圈数	$Q=9$	附加圈数	$S_g=3$		$Y_2=10—15$
绕圈组数	$u=6$	极相槽数	$q=1\frac{1}{2}$		

2. 嵌线方法　　本例绕组有两种嵌线方法：

(1) 交叠法　　嵌法与普通绕组相同，即嵌 2 槽、退空 2 槽嵌 1 槽，退空 1 槽嵌 2 槽…。嵌线顺序见下表：

表 3.9.7(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	16		14		13		10		8		7		4			
	浮边				3		17		18		15		11		12		9	5	6

(2) 整嵌法　　先嵌同心线圈于底，后嵌单圈于面，使之形成双平面绕组。嵌线顺序见下表：

表 3.9.7(b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	2	5	1	6	14	17	13	18	8	11	7	12						
	上平面													4	9	16	3	10	15

3. 绕组特点与应用　　绕组的安排与△形接法的特点同上例。但本例为单层庶极布线，每相 4 极仅用 2 组线圈，同相组间连接是顺接串联，即“尾与头”相接，使两组线圈形成 4 极。单相△形电动机接线如图 3-9h 所示，单相电源从 U—V 接入，使主绕组(M)并接于电源；移相电容器则与副绕组(A)并联。此绕组用于运行型电机，应用实例有 JXO7B—4 单相电容运转电动机。



3.9.8 18槽4极单相△形双层叠式绕组布线接线图

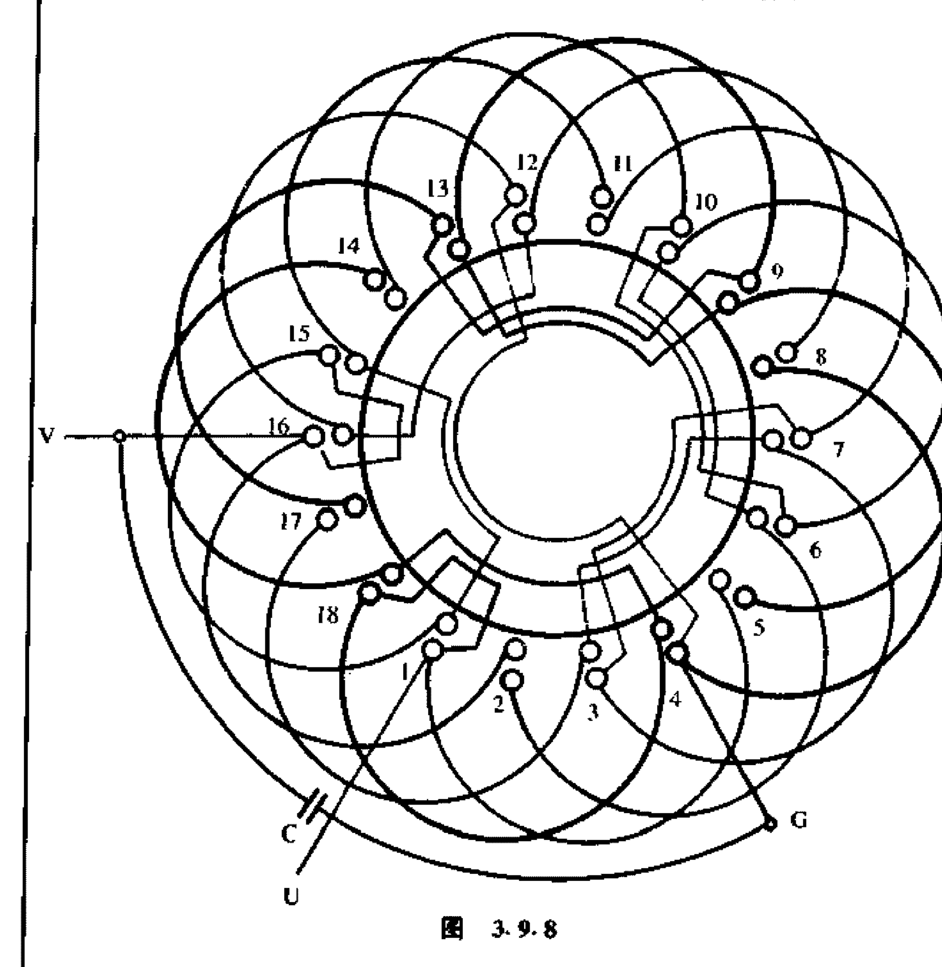


图 3.9.8

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$ 主相圈数 $S_m=6$ 绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$

电机极数 $2p=4$ 副相圈数 $S_a=6$ 线圈节距 $Y=1—5$

总线圈数 $Q=18$ 附加圈数 $S_g=6$

线圈组数 $u=12$ 极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$

2. 嵌线方法 本例为双层叠式绕组，采用交叠法嵌线，即嵌入一槽向后退，再嵌一槽再后退，吊边数为4，第5个线圈开始整嵌。嵌线顺序见下表：

表 3.9.8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	18	17	16		15		14		13		12		11		10	
	上层						2		1		18		17		16		15		14
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3					
	上层		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3

3. 绕组特点与应用 本绕组为单相△形接法，三相绕组相同，电动机接线原理如图3-9h所示，绕组特点可参考例3.9.6。但本绕组采用双层叠式布线，因每极每相所占槽数 $q=1\frac{1}{2}$，绕组采用分数绕组，即每相及三相线圈组均由单双圈构成，并为2、1、2、1规律安排；同相相邻线圈组间接线则是反接串联，即"头与头"或"尾与尾"相接。此绕组主要应用于单相电容运转电动机，主要应用实例有JXO7A－4等。

3.9.9 18槽4极单层链式空槽布线接线图

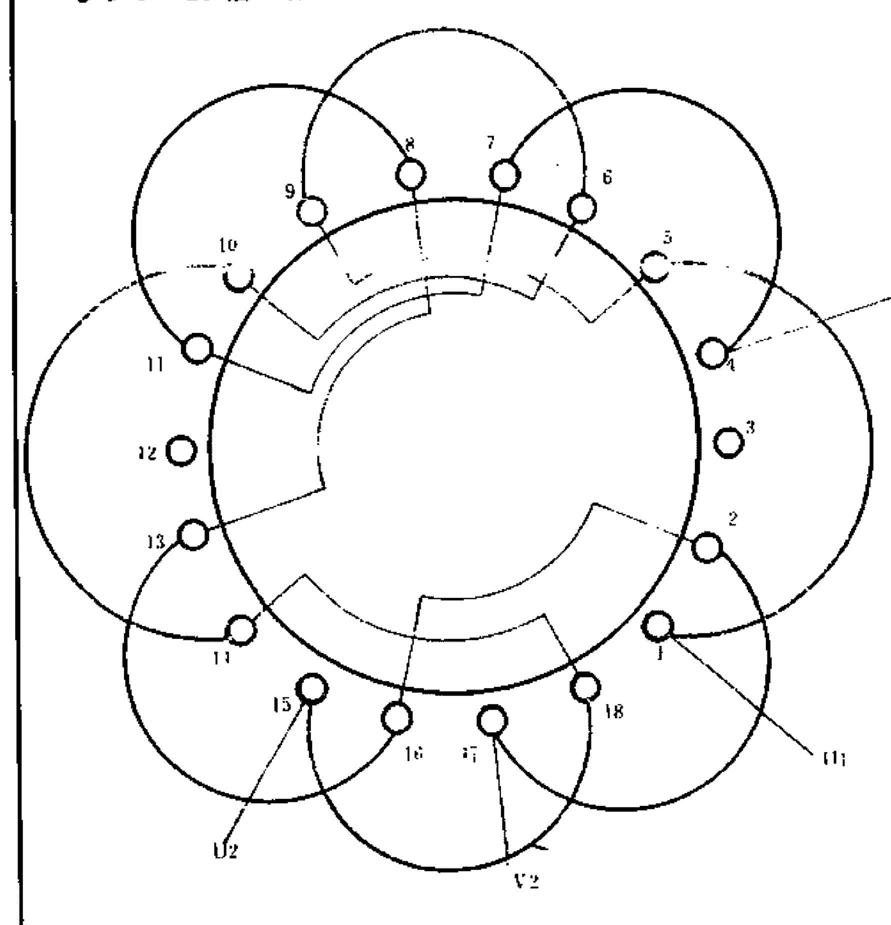


图 3.9.9

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=18$　主相圈数 $S_m=4$　线圈节距 $Y_1=1—4$　$Y_2=1—5$

电机极数 $2p=4$　副相圈数 $S_a=4$　绕组系数 $K_{dpm}=0.94$

总线圈数 $Q=8$　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$　$K_{dpa}=0.924$

线圈组数 $u=8$　绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$

2. 嵌线方法　主、副绕组分层嵌线，先将主绕组线圈嵌人相应槽内，衬垫好绝缘后再把副绕组线圈嵌入，使两绕组端部形成双平面层次。嵌线顺序见下表：

表 3.9.9　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	5	15	18	10	14	6	9								
	上层									4	7	17	2	13	16	8	11

3. 绕组特点与应用　18槽单层绕组最多安排9只线圈，但4极绕组显极布线仅需8只，占16槽，故只能留空2槽，从而造成对称2只主绕组多跨1槽，使绕组线圈使用两种节距布线。每相绕组4只线圈，各自采用反接串联接线，即同相相邻线圈是“尾接尾”或“头接头”。

此绕组在国外非正规系列产品中曾有应用。

3.9.10 16槽4极L－1型三速绕组4/2－4－4/2布线接线图

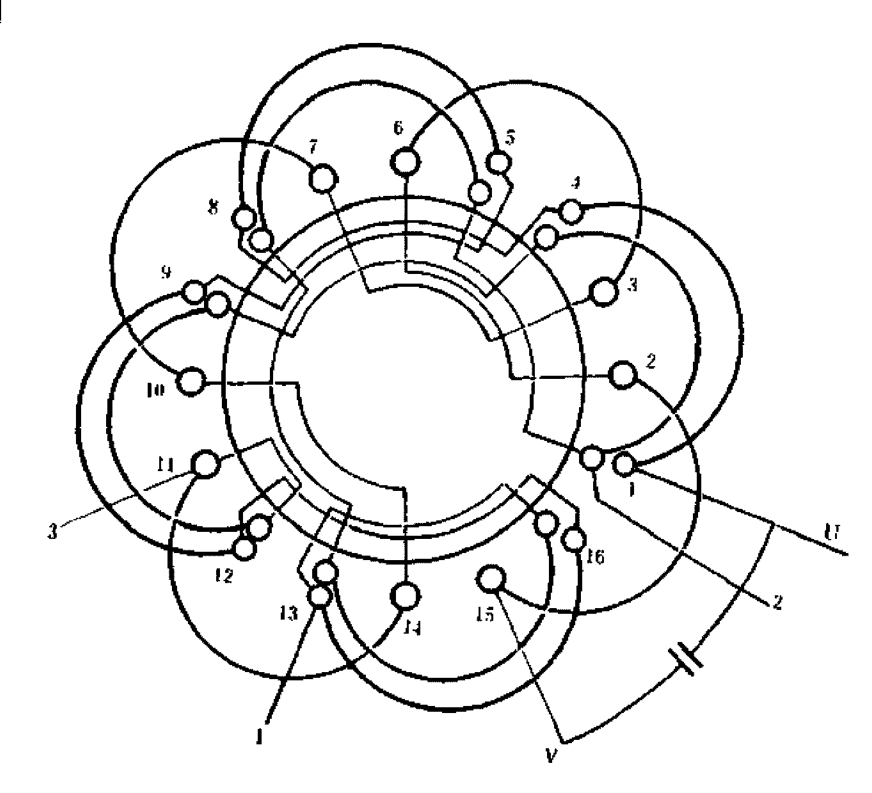


图 3.9.10

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=16$　　主相圈数 $S_m=4$　　线圈节距 $Y=1-4$

电机极数 $2p=4$　　副相圈数 $S_a=4$　　绕组系数 $K_{dp}=0.924$

总线圈数 $Q=12$　　调速圈数 $S_t=2+2$

绕组组数 $u=4$　　绕组极距 $\tau=4$

2. 嵌线方法　采用分层整嵌，先嵌主绕组，再嵌调速绕组，最后嵌副绕组。嵌线顺序见下表：

表 3.9.10　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	4	13	16	9	12	5	8																
	上层									1	4	13	16	9	12	5	8	15	2	11	14	7	10	3	6

3. 绕组特点与应用　本例是L－1型布线，即调速绕组安排与主绕组同相位(同槽)。全套绕组分4组，一组是主绕组，它由4只双层槽的(1/2)线圈组成，嵌于槽的底层(图中黄色线圈)；二组是副绕组(如图中绿色线圈)，与主绕组偏移90°电角，由4只单层线圈组成；调速绕组则分为两组，每组两只线圈按庶极分布对称安排。从而构成L－1型4/2－4－4/2布线型式。电动机接线原理如图3-9a所示。

由于调速绕组与主绕组同相位串联，电容器选用必须要承受很高的耐压，从而使电机装配体积增大及成本增加，故一般只宜用于电压较低的场合使用的电风扇。主要应用实例有FD7B型落地式电扇电动机等。

3.9.11 16槽4极L—2型双速绕组4—2—2布线接线图

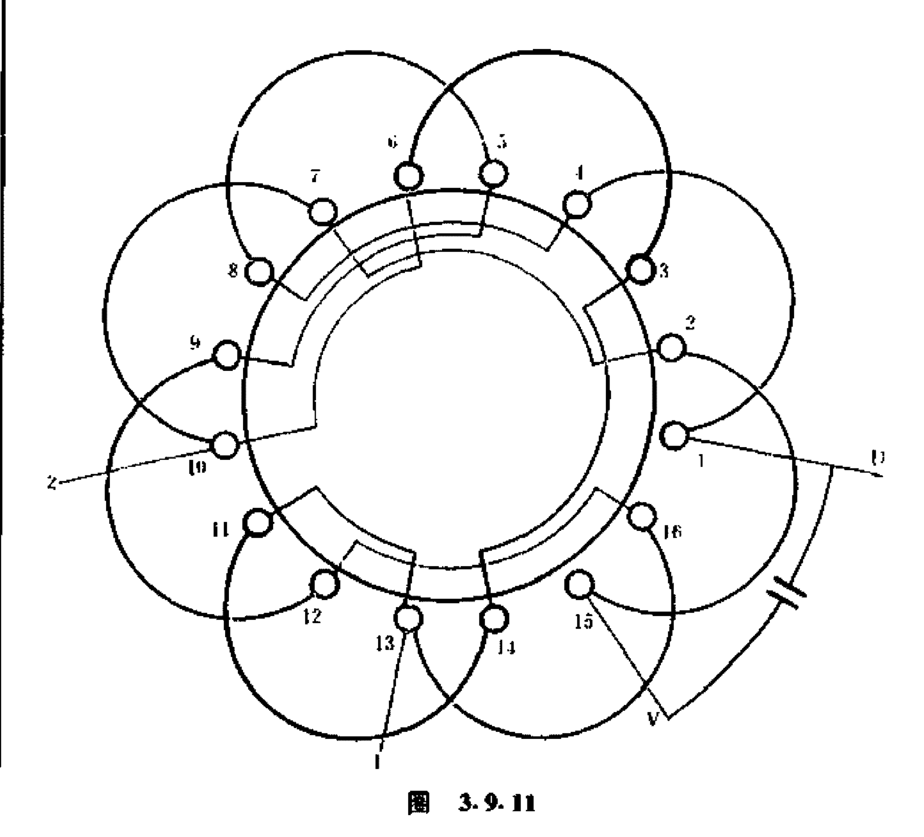


图 3.9.11

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=16$　　主相圈数 $S_m=4$　　线圈节距 $Y=1-4$

电机极数 $2p=4$　　副相圈数 $S_a=2$　　绕组系数 $K_{dpm}=0.924$

总线圈数 $Q=8$　　调速圈数 $S_t=2$

绕组组数 $u=3$　　绕组极距 $\tau=4$

2. 嵌线方法　绕组采用分层嵌线，先嵌主绕组线圈，再嵌副绕组，最后嵌入调速绕组，使主绕组线圈端部处于下层，其余线圈则在上层，嵌线顺序见下表：

表 3.9.11 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	4	13	16	9	12	5	8								
	上层									7	10	15	2	11	14	3	6

3. 绕组特点与应用　本例绕组为单层布线。绕组由主、副、调3组线圈构成，主绕组占4只整槽线圈，是显极式布线，相邻线圈间的连接是"头与头"或"尾与尾"相接；副绕组只占2只整槽线圈，采用庶极布线安排在对称位置，线圈是顺接串联，即"尾与头"相接；调速绕组也是庶极布线，且与副绕组同相位，但不同槽安排，故构成L—2型双速绕组，接线原理如图3-9b所示。本例常用于双速电扇电容式电动机，应用实例为FT1—40型400mm台扇等。

3.9.12 16 槽 4 极 L—2 型双速绕组 4—2(2/2)—2/2 布线接线图

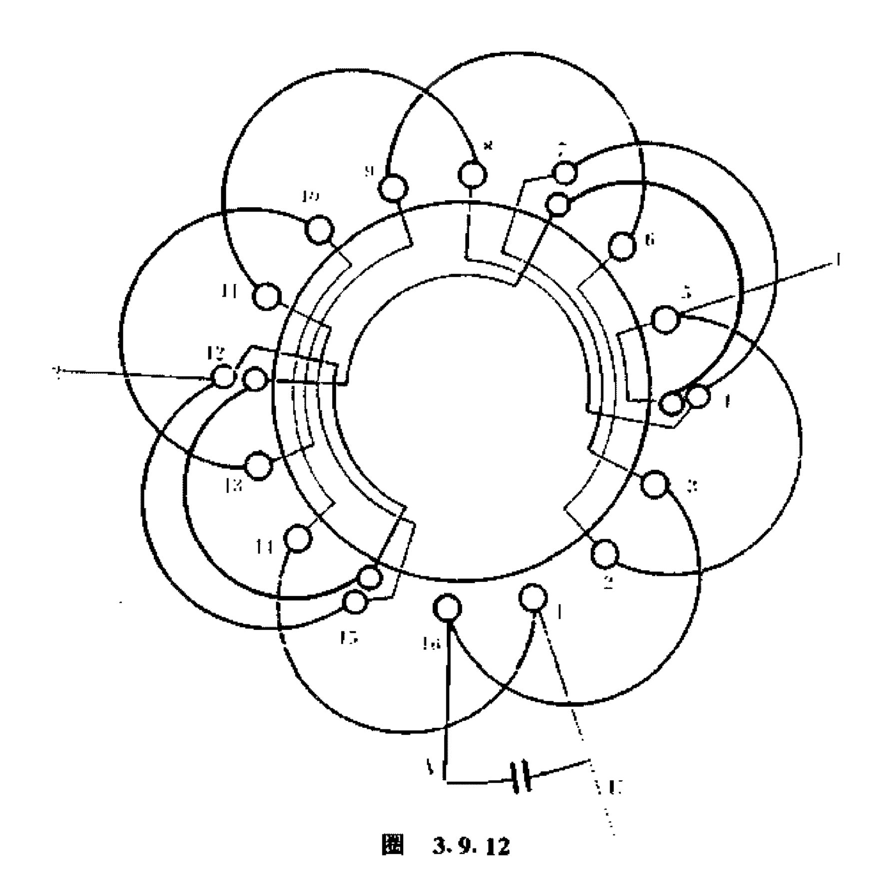


图 3.9.12

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=16$　主相圈数 $S_m=4$　线圈节距 $Y=1-4$

电机极数 $2p=4$　副相圈数 $S_a=4$　绕组系数 $K_{dpm}=0.924$

总线圈数 $Q=10$　调速圈数 $S_t=2$

绕组组数 $u=3$　绕组极距 $\tau=4$

2. 嵌线方法　采用分层整嵌，主、副绕组线圈端部分处双平面上；而调速线圈嵌于副绕组槽的上层，从而构成不规整的三平面绕组。嵌线顺序见下表：

表 3.9.12 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	2	5	14	1	10	13	6	9	4	7	16	3	12	15	8	11				
	上层																	4	7	12	15

3. 绕组特点与应用　本例是 L－2 型布线，调速绕组与副绕组同相安排，故有对称的两只副绕组线圈与调速线圈安排双层，其余两只则是单层线圈。调速绕组是庶极接线，使两只线圈顺接串联，但高速时的线圈极性与同槽副绕组极性相同；主绕组由 4 只整槽线圈组成，和副绕组均是显极布线。此绕组单层线圈较多，铁心、槽的有效利用率较高，嵌线也较方便，谐波干扰也较 8 槽定子少，是取代 8 槽定子的电扇绕组型式。接线原理见图 3-9b。主要应用实例有 FS6 落地扇电容电动机。

3.9.13　16 槽 4 极 L－2 型三速绕组 4－4/2－4/2 布线接线图

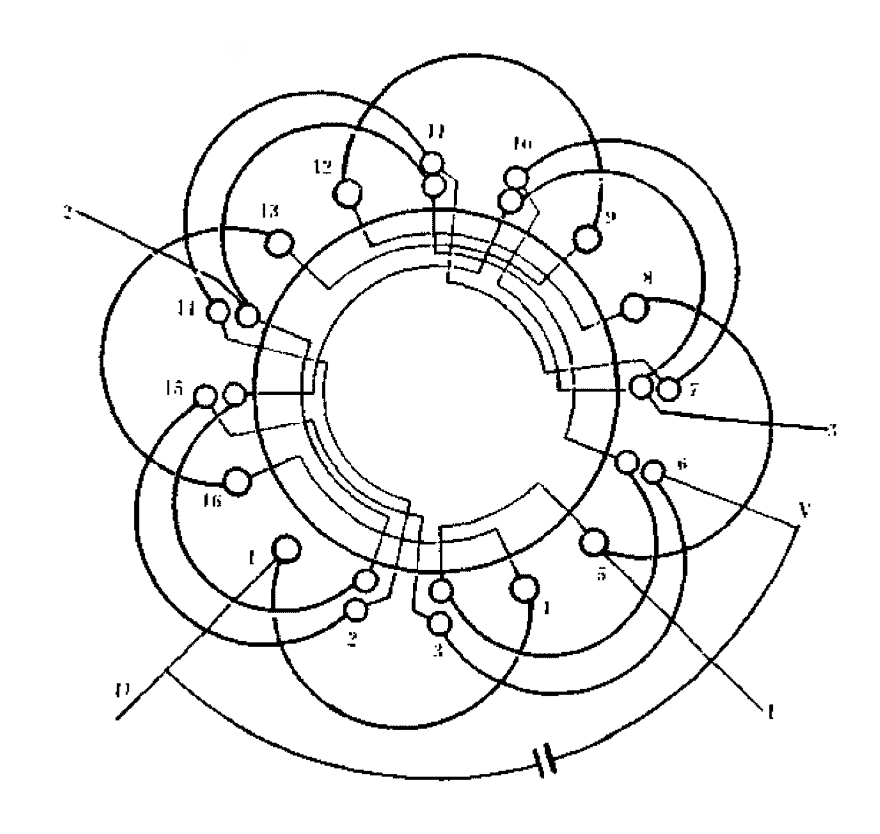


图　3.9.13

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=16$	主相圈数	$S_m=4$	线圈节距	$Y=1-4$
电机极数	$2p=4$	副相圈数	$S_a=4$	绕组系数	$K_{dpm}=0.924$
总线圈数	$Q=12$	调速圈数	$S_t=4$		
绕组组数	$u=4$	绕组极距	$\tau=4$		

2. 嵌线方法　采用分层整嵌，先嵌主绕组，再嵌副绕组，最后嵌调速绕组线圈于副绕组线圈槽的上层。嵌线顺序见下表：

表 3.9.13　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	4	13	16	9	12	5	8	3	6	15	2	11	14	7	10								
	上层																	3	6	15	2	11	14	7	10

3. 绕组特点与应用　本例调速绕组与副绕组同相，故属 L－2 型布线，三速电动机接线原理如图 3-9c 所示。绕组由主、副各 1 组及 2 组调速绕组构成，其中主绕组线圈 4 只，为单层布线；副绕组和调速绕组各 4 只用双层布线，三绕组均为显极式，要求同相相邻线圈极性相反。为使调速绕组对称切换，调速绕组则采用对称同极性相接。此绕组的双层槽占去一半，嵌线及接线工艺较繁，但谐波影响较少，是取代 8 槽同类电机的绕组型式，常用于三速电扇，应用实例有 KYT2－30 转页扇、FS3－40 落地扇等。

3.9.14 16槽4极T型三速绕组4/2—4—4/2布线接线图

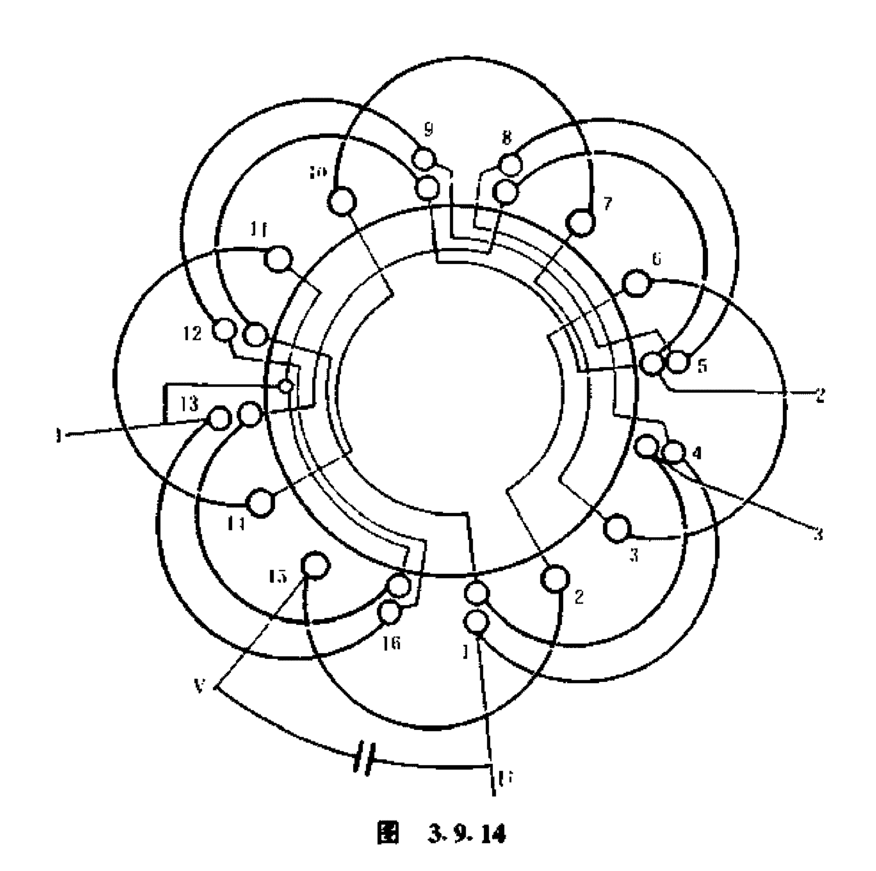


图 3.9.14

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=16$　　主相圈数 $S_m=4$　　线圈节距 $Y=1—4$

电机极数 $2p=4$　　副相圈数 $S_a=4$　　绕组系数 $K_{dpm}=0.924$

总线圈数 $Q=12$　　调速圈数 $S_t=4$

绕组组数 $u=4$　　绕组极距 $\tau=4$

2. 嵌线方法　采用分层布线，因主绕组与调速绕组同槽，故宜先将主绕组嵌入相应槽的下层后，再嵌调速绕组线圈于其上层，最后把副绕组嵌入相应槽内。嵌线顺序见下表：

表 3.9.14 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	4	13	16	9	12	5	8																
	上层									1	4	13	16	9	12	5	8	3	6	15	2	11	14	7	10

3. 绕组特点与应用　T型绕组的调速绕组与主绕组同相位，并与副绕组呈90°分布而构成“T”字。三速绕组的接线原理如图3-9e所示。副绕组为单层线圈；主、调绕组为双层线圈，均由4只线圈显极布线，但调速绕组为满足对称调速而分成对称的两组，接线时应对称两线圈顺接串联，但必须使相邻线圈反极性，而且低速时的同槽主线圈极性相同。此绕组线圈较多，接线也较复杂，主要应用于三速电扇及小型空调风扇的电容电动机。应用实例有D40TH型400mm台扇。

3.9.15　16槽4极Φ型三速绕组4/2—4—4/2布线接线图

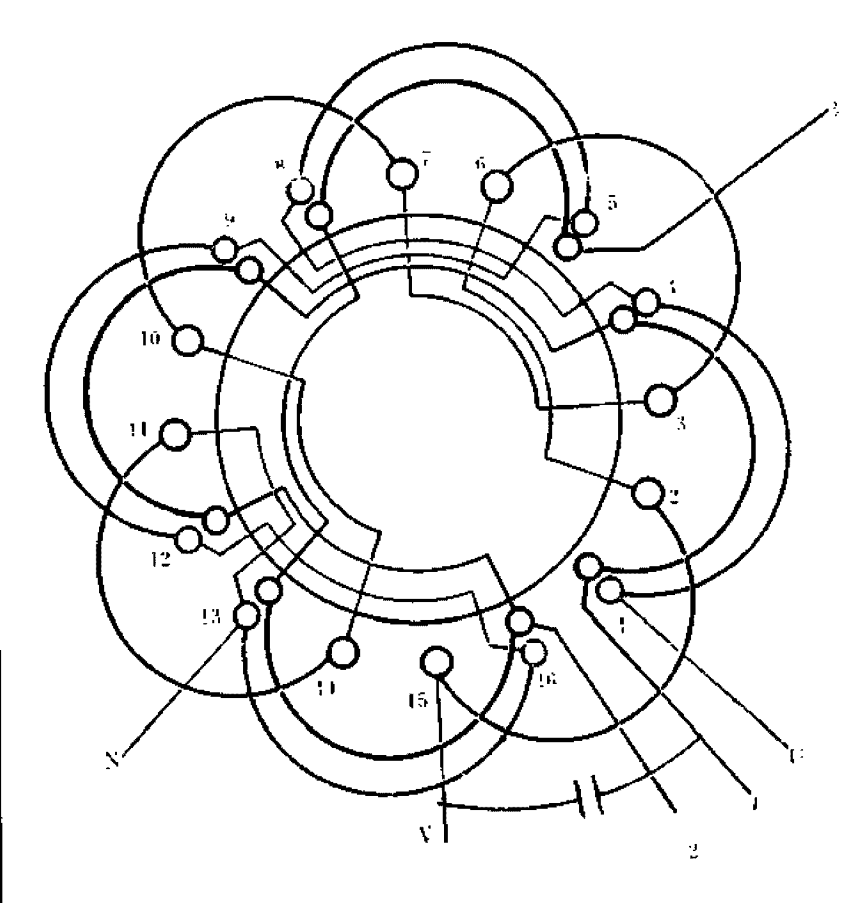


图　3.9.15

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=16$　　主相圈数　$S_m=4$　　线圈节距　$Y=1\text{—}4$

电机极数　$2p=4$　　副相圈数　$S_a=4$　　绕组系数　$K_{dpm}=0.924$

总线圈数　$Q=12$　　调速圈数　$S_t=4$

绕组组数　$u=4$　　绕组极距　$\tau=4$

2. 嵌线方法　　采用分层整嵌，主绕组嵌于槽下层，垫好绝缘再把调速绕组嵌于槽的上层，最后把副绕组嵌于面。嵌线顺序见下表：

表 3.9.15　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	4	13	16	9	12	5	8																
	上层									1	4	13	16	9	12	5	8	3	6	15	2	11	14	7	10

3. 绕组特点与应用　　Φ型即串并联接法。它的调速绕组与主绕组同相，并通过开关转换与主绕组串联（慢速）或并联（快速）来改变主绕组整个回路的阻抗来获得调速。其接线原理如图3-9f所示。

各绕组均由4只线圈组成显极布线，但调速绕组分为2组，呈对称分布，以满足换档时气隙磁场的对称性。此绕组的调速性能和节电效果都较好，在同样条件下还可节省铜线。过去因限于开关元件不配套而极少采用，目前已有适用的控制开关，故绕组已为多种牌号电扇所采用。主要应用实例有400mm立式电扇。

3.9.16 16槽4极h型三速绕组 4—2/2—2(2/2)布线接线图

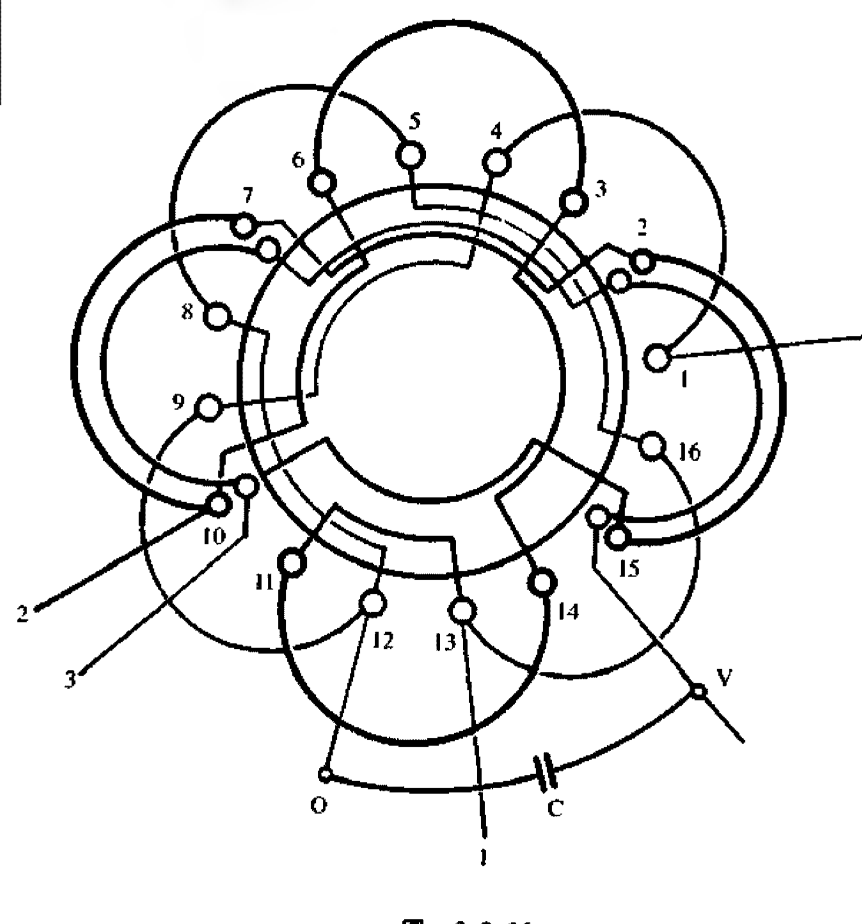


图 3.9.16

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=16$　　主相圈数 $S_m=4$　　线圈节距 $Y=1\text{-}4$

电机极数 $2p=4$　　副相圈数 $S_a=2$　　绕组系数 $K_{dpm}=0.924$

总线圈数 $Q=10$　　调速圈数 $S_r=4$

绕组组数 $u=4$　　绕组极距 $\tau=4$

2. 嵌线方法　采用分层整嵌，先嵌主绕组，再嵌调速绕组，最后嵌副绕组。嵌线顺序见下表：

表 3.9.16 分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下层	9	12	1	4	13	16	5	8	11	14	3	6
	上层												
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	15	2	7	10								
	上层					7	10	15	2				

3. 绕组特点与应用　h型的调速绕组与副绕组同相，副绕组2只半槽线圈用庶极布线；调速绕组由2只整槽线圈和2只半槽线圈对称分布成两组；主绕组也是显极布线，但4只单层整槽线圈也分成两组，并对称分布于定子上，同组线圈是同向顺串，而两组极性必须相反。移相电容器一端接于V，另端则接在U相的中间抽头O点。

此绕组具有调速方便，性能良好，且可节省能源的优点；但绕组结构较复杂，嵌绕较费工时。可应用于运行型、起动型及罩极式电动机。应用实例有FT—40型调速台扇。

3.9.17 24槽4极单相Y形单层链式绕组布线接线图

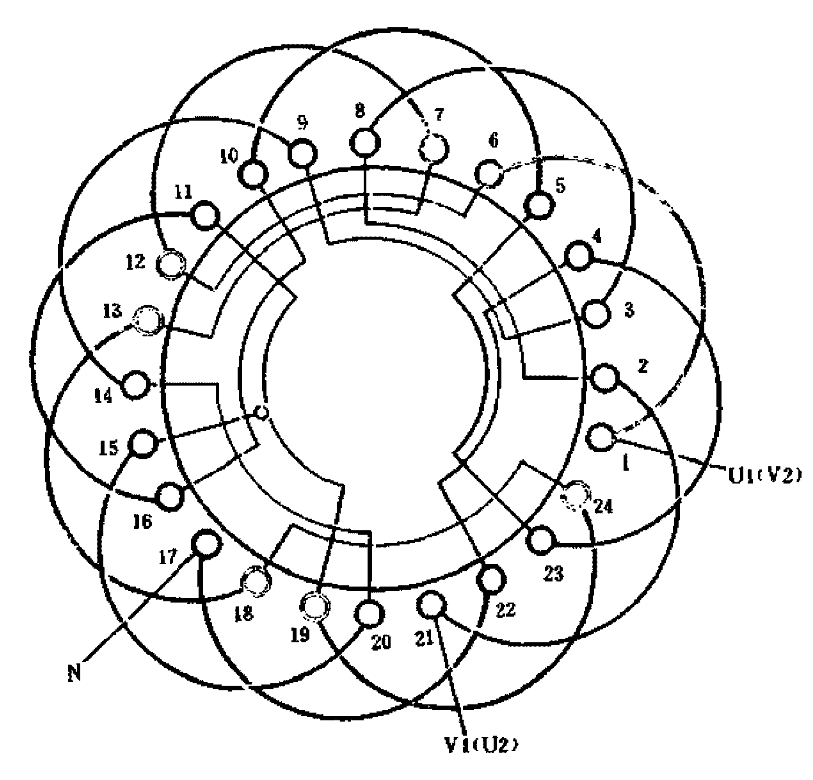


图 3.9.17

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　主相圈数 $S_m=4$　绕组极距 $\tau=6$

电机极数 $2p=4$　副相圈数 $S_a=4$　线圈节距 $Y=1\sim6$

总线圈数 $Q=12$　附加圈数 $S_g=4$

线圈组数 $u=12$　极相槽数 $q=3$

2. 嵌线方法　可采用两种嵌法：

(1) 交叠法　交叠嵌线吊边数为2，嵌线顺序见下表：

表 3.9.17(a) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	1	23	21		19		17		15		13		11		9		7		5		3			
	浮边				2		24		22		20		18		16		14		12		10		8	6	4

(2) 整嵌法　分层整嵌无需吊边，线圈端部将形成三平面结构。嵌线顺序见下表：

表 3.9.17(b) 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	6	19	24	13	18	7	12																
	中层									5	10	23	4	17	22	11	16								
	上层																	9	14	3	8	21	2	15	20

3. 绕组特点与应用　小型三相Y形电动机可改接用于单相电源，但实际应用中的单相Y形接法的电动机，除三绕组按互差120°电角分布外，它要求各绕组参数不同，以获得较好的电气性能。本例绕组常应用于需正、反转工作的电动机，为使两个转向具有同样的运行性能，要求主绕组(M)和副绕组(A)的参数完全相同，而公共绕组(G)的匝数较少，其接线原理如图3-9g所示。此外，为了节省原材料和合理利用铁心，正规设计的定子铁心是方圆形冲片，并将公共绕组(图中黄色)各槽冲成小截面积槽、安排在相对应的方圆形冲片窄边上。此绕组主要应用于洗衣机。

3.9.18 24 槽 4 极单相单层等距交叠式绕组布线接线图

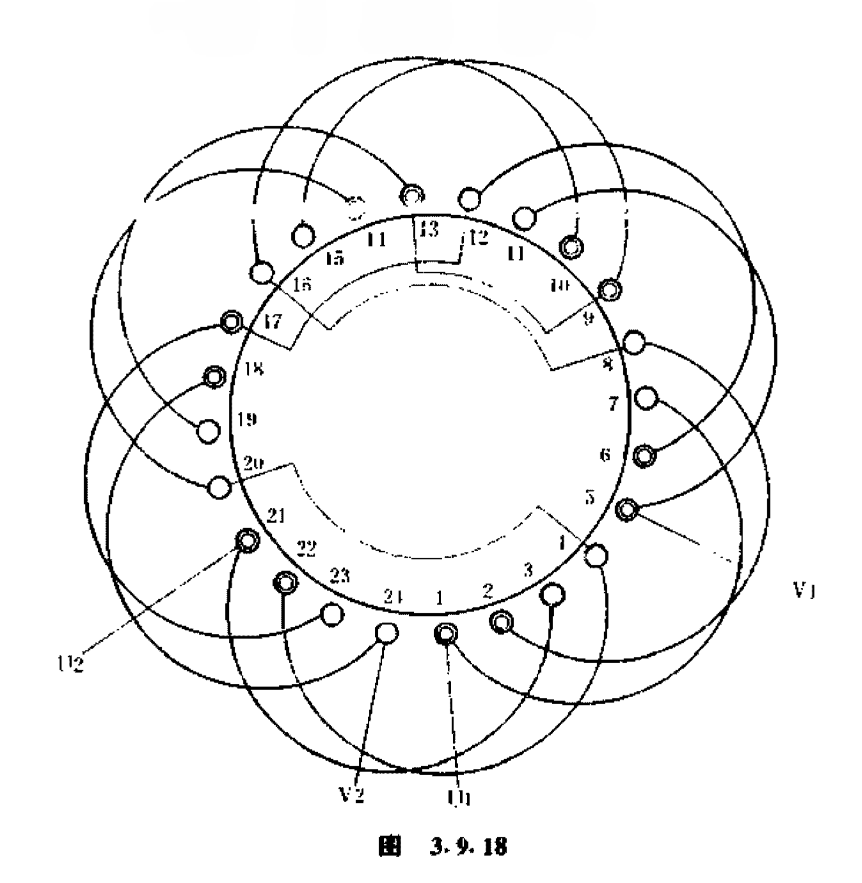


图 3.9.18

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=24$	线圈组数	$u=6$	绕组极距	$\tau=6$
电机极数	$2p=4$	每组圈数	$S=2$	线圈节距	$Y=1-7$
总线圈数	$Q=12$	极相槽数	$q_m=4$	绕组系数	$K_{dpm}=0.837$
			$q_a=2$		$K_{dpa}=0.966$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，即按嵌 2 槽，退空 2 槽再嵌 2 槽的规律嵌线，嵌线吊边数为 2。嵌线顺序见下表：

表 3.9.18　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	2	1	22		21		18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边				4		3		24		23		20		19		16		15		12		11	8	7

3. 绕组特点与应用　　24 槽 4 极交叠式的正规布线为不等距，而本例采用等距线圈，故属特殊型式的安排。主、副绕组占槽比为 2，即主绕组每极占 4 槽，副绕组每极占 2 槽，但每组线圈数均为 2，而主绕组用 4 组线圈以显极布线，组间连接是“头与头”或“尾与尾”相接；副绕组则是庶极布线，对称安排，组间是顺接串联，用两组线圈构成 4 极。此绕组线圈等节距，可用同规格线模绕制线圈，但线圈节距增长为全距，从而增加了整机用铜量。由于线圈数少，嵌绕比较方便，目前国内外单相排风扇等专用分相电动机中还有应用。

3.9.19　24 槽 4 极单相单层交叠链式绕组布线接线图

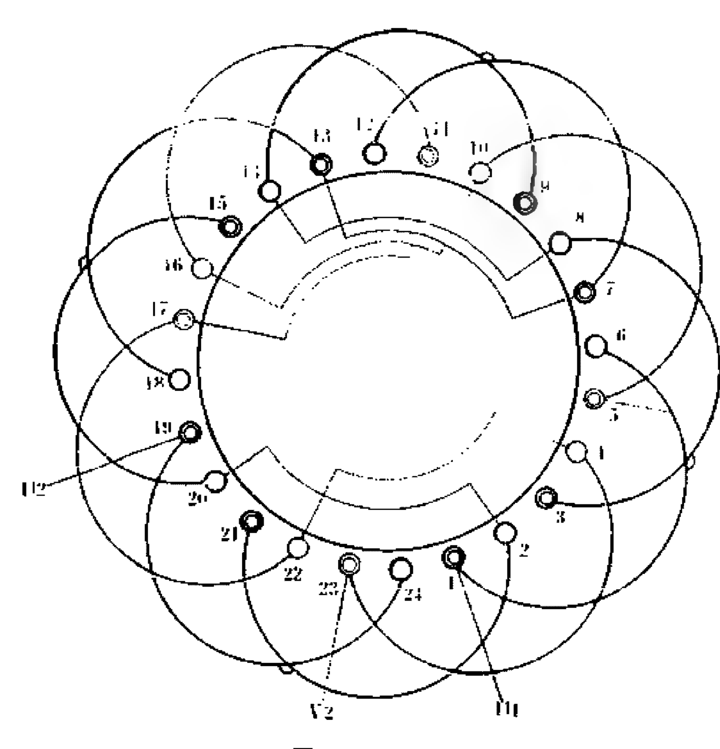


图　3.9.19

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　　线圈组数　$u=8$　　线圈节距　$Y=1$　6

电机极数　$2p=4$　　绕组极距　$\tau=6$　　每组圈数　$S_m=2$

$S_a=1$

总线圈数　$Q=12$　　极相槽数　$q_m=4$　　绕组系数　$K_{dpm}=0.837$

$q_a=2$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，嵌线规律是：嵌 1 槽、退空 1 槽再嵌 1 槽。嵌线顺序见下表：

表 3.9.19　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	3	1	23		21		19		17		15		13		11		9		7		5			
	浮边				4		2		24		22		20		18		16		14		12		10	8	6

3. 绕组特点与应用　　本例为特殊型式的单链绕组。一般单链的每组只有 1 只线圈，故 24 槽定子不能排出 4 极单链，为此本例将副绕组按正规单链布线，而将余下的 16 槽安排两套相邻的单链绕组，并把隔槽相邻的线圈连接为一组，从而使主绕组为每组 2 只线圈不连续分布的特殊型式。从整个绕组布线看，它相当于把主绕组奇数编号的线圈和偶数编号线圈分别组成两个单链绕组交叉重叠在一起，故称“交叠链式”。

这种绕组全部线圈为单层，线圈数较双层少一半，线圈节距较短，且为等节距，不但嵌绕省时方便，还可节省铜线，但绕组系数较低。目前国内极为罕见，此型式取自国外资料介绍。主要应用于分相起动电动机。

3.9.20 24槽6极L—2型双速绕组正弦布线接线图

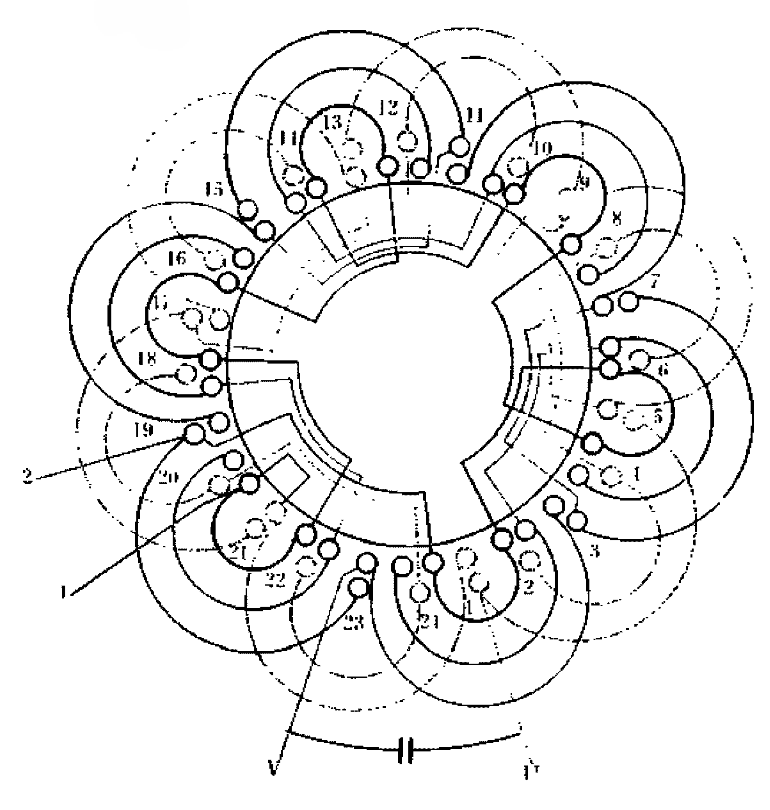


图 3.9.20

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　　绕组组数 $u=3$　　调速圈数 $S_t=6$

电机极数 $2p=6$　　主相圈数 $S_m=12$　　绕组极距 $\tau=4$

总线圈数 $Q=30$　　副相圈数 $S_a=12$

正弦绕组布线方案见下表：

主绕组				副绕组				调速绕组		
布线类型	节距	$K_u\%$	K_{dpm}	布线类型	节距	$K_u\%$	K_{dpa}	布线类型	节距	$K_u\%$
2A	1—5	41.4	0.828	2A	3—7	41.4	0.828	单链	4—6	100
	2—4	58.6			4—6	58.6				

2. 嵌线方法　　绕组采用分层整嵌，嵌线顺序见下表：

表 3.9.20　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	2	4	1	5	18	20	17	21	10	12	9	13	6	8			22	24		
	中层																				
	上层															5	9			21	1

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层	14	16					3	7			19	23			11	15				
	中层					4	6			20	22			12	14			8	10		
	上层			13	17															7	11

嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	下层																				
	中层	24	2			16	18														
	上层			23	3			15	19	12	14	8	10	4	6	24	2	20	22	16	18

3. 绕组特点与应用　　主、副绕组采用相同的A类正弦布线方案，每极均为2只线圈，绕组的高次谐波分量较大。电动机是L－2型抽头调速，接线原理如图3-9b。此例取自国产空调器用二档调速风扇电动机。

3.9.21　24 槽 2 极单层同心叠式绕组布线接线图

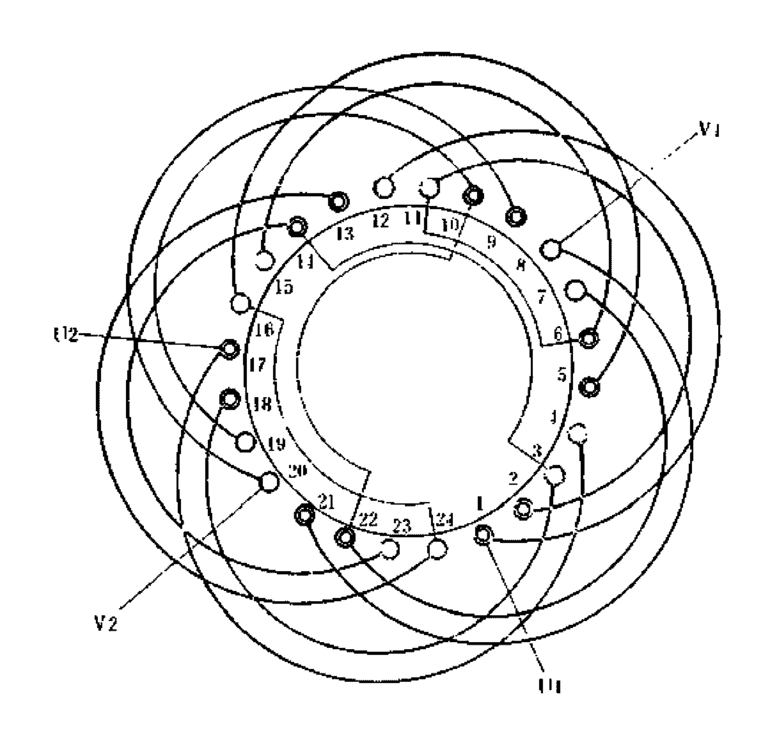


图　3.9.21

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　　线圈组数　$u=6$　　绕组极距　$\tau=12$

电机极数　$2p=2$　　每组圈数　$S=2$　　线圈节距　$Y=1—12$

$2—11$

总线圈数　$Q=12$　　极相槽数　$q_m=8$　　绕组系数　$K_{dpm}=0.83$

$q_a=4$

2. 嵌线方法　　本例可采用两种嵌法：

(1) 交叠法　　嵌线规律是：嵌 2 槽退空 2 槽，再嵌 2 槽空 2 槽，吊边数为 4。嵌线顺序见下表：

表 3.9.21(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	沉边	2	1	22	21	18		17		14		13		10		9		6		5					
	浮边						3		4		23		24		19		20		15		16	11	12	7	8

(2) 分层法　　主、副绕组分层嵌线，但主绕组交叠嵌入；副绕组则整嵌于面。嵌线顺序见下表：

表 3.9.21(b)　分层法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	2	1	18	3	17	4	14	23	13	24	6	15	5	16	11	12								
	上层																	22	7	21	8	10	19	9	20

3. 绕组特点与应用　　本绕组同时具有同心式和交叠式绕组的特色，线圈节距比普通的同心式稍短，故较节省铜线，而且能较方便地改成单相、三相通用形式，但接线比同心式复杂。

绕组适用于槽数较多、线圈跨距大的起动型电动机。目前国内尚未有应用，取自德国进口设备机电产品，属于新的绕组型式。

3.9.22　36槽4极T型三速绕组正弦布线接线图

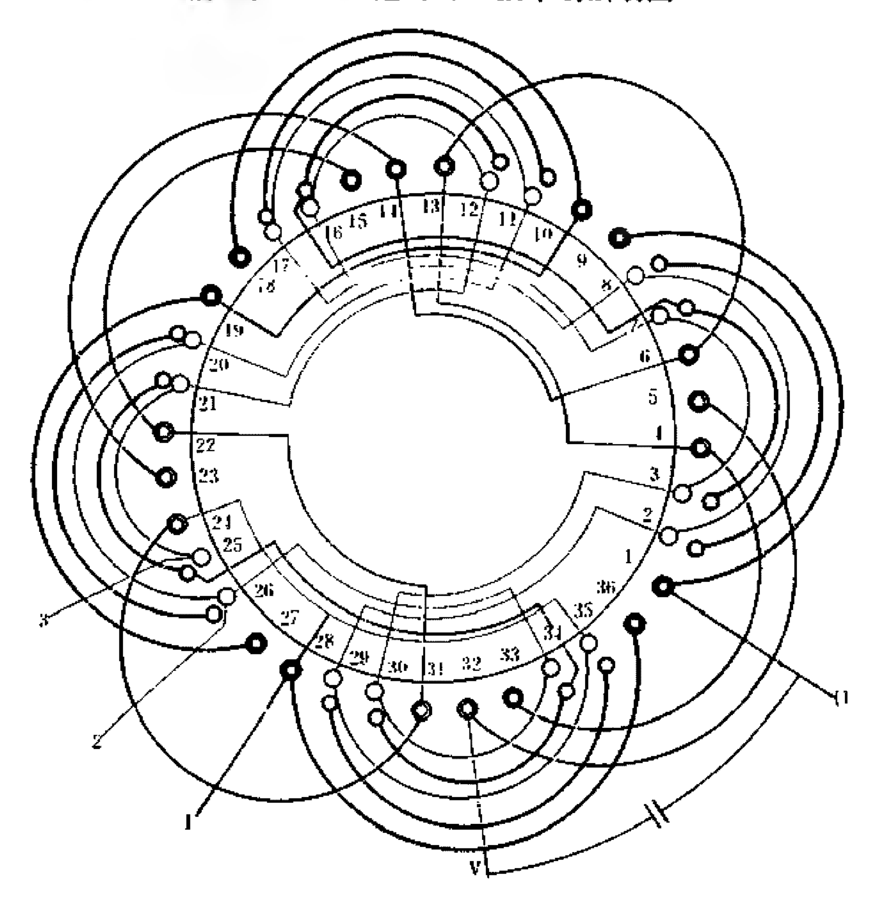


图　3.9.22

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　　绕组组数　$u=4$　　调速圈数　$S_t=8$

电机极数　$2p=4$　　主相圈数　$S_m=12$　　绕组极距　$\tau=9$

总线圈数　$Q=26$　　副相圈数　$S_a=6$

绕组布线方案表

主绕组				副绕组			调速绕组		
布线型式	节距	K_u%	K_{dpm}	布线型式	节距	K_{dpa}	布线型式	节距	K_{dpt}
3B	1—9	23.5	0.87	单层同心交叉	1—10	0.96	同心式		—
	2—8	43.4			2—9			2—8	
	3—7	33.1			1—8			3—7	

2. 嵌线方法　　绕组采用分层整嵌。嵌线顺序见下表：

表 3.9.22　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	3	7	2	8	1	9	30	34	29	35	28	36	21	25	20	26	19	27
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	12	16	11	17	10	18												
	上层							3	7	2	8	30	34	29	35	21	25	20	26
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
嵌入槽号	下层																		
	上层	12	16	11	17	6	13	33	4	32	5	24	31	15	22	14	23		

3. 绕组特点与应用　　本例调速绕组与主绕组同相，副绕组一端接于其间而呈“T”型，如图 3-9e 所示。调速绕组分两组，大、小线圈按显极分布各自连接成一组；副绕组为单层同心交叉式布线，同心双联组与单联组交替分布；主绕组每极有 3 只线圈，采用 B 类正弦分布。本例具有均衡变换调速阻抗，调速和运行性能都较好。本绕组应用于日产进口空调器三速风扇用 RRMB1867 单相电容电动机。

3.9.23　36 槽 4 极 L－2 型双速绕组正弦布线接线图

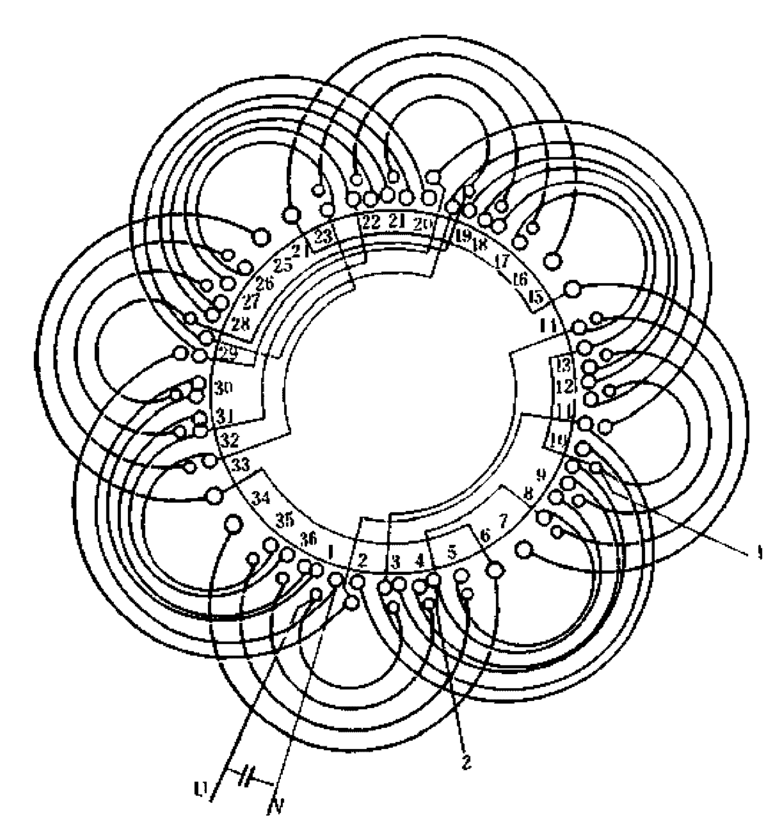


图　3.9.23

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　　绕组组数　$u=3$　　调速圈数　$S_t=12$

电机极数　$2p=4$　　主相圈数　$S_m=16$　　绕组极距　$\tau=9$

总线圈数　$Q=40$　　副相圈数　$S_a=12$

正弦绕组布线方案

主绕组				副绕组				调速绕组		
布线类型	节距	K_n%	K_{dpm}	布线类型	节距	K_n%	K_{dpa}	布线类型	节距	K_n%
4B	1—9	34.6	0.793	A			0.78	3A	5—14	22.7
	2—8	30.6			6—13	42.6			6—13	42.6
	3—7	22.7			7—12	34.7			7—12	34.7
	4—6	12.1			8—11	22.7				

2. 嵌线方法　采用分层嵌线。嵌线顺序见下表：

表 3.9.23　分层整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
下层槽号	1	3	36	4	35	5	34	6	28	30	27	31	26	32	25	33	19	21	18	22
嵌绕次序	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
下层槽号	17	23	16	24	10	12	9	13	8	14	7	15								
中层槽号													5	8	4	9	3	10	32	35
嵌绕次序	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
中层槽号	31	36	30	1	23	26	22	27	21	28	14	17	13	18	12	19				
上层槽号																	13	18	12	19
嵌绕次序	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
上层槽号			31	36	30	1			22	27	21	28	20	29	4	9	3	10	2	11
下层槽号	11	20					29	2												

3. 绕组特点与应用　调速绕组与副绕组同相，电动机调速接线原理如图 3-9b 所示。主绕组为 B 类正弦，每极 4 圈；副绕组为每极 3 圈，采用缺大圈的 A 类正弦布线；调速绕组每极 3 圈，也用 A 类正弦布线。此绕组具有较好的运行性能，但线圈数多，嵌绕极费工时。本例用于日立空调器风扇电动机。

3.9.24 36 槽 4 极 L－1/2 型三速绕组正弦布线接线图

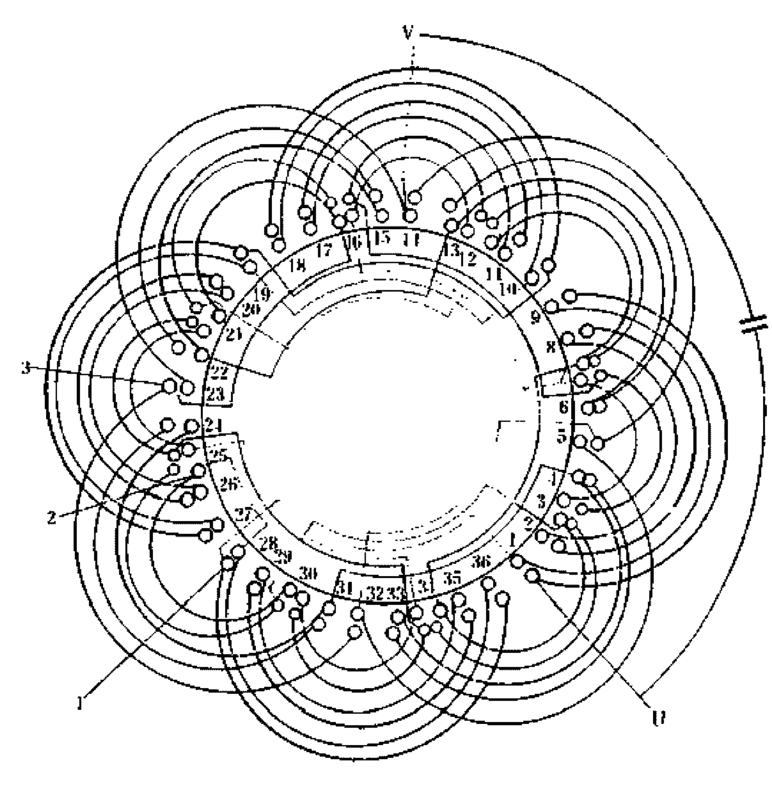


图 3.9.24

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　绕组组数 $u=4$　调速圈数 $S_t=12+8$

电机极数 $2p=4$　主相圈数 $S_m=12$　绕组极距 $\tau=9$

总线圈数 $Q=44$　副相圈数 $S_a=12$

正弦绕组布线方案见下表：

主绕组				调速绕组 I			副绕组				调速绕组 II		
布线类型	节距	$K_u\%$	K_{dpm}	布线类型	节距	$K_u\%$	布线类型	节距	$K_u\%$	K_{dpa}	布线类型	节距	$K_u\%$
3B	1—9	39.5	0.856	3B	1—9	39.5	3A	5—14	22.7	0.893	(A)		
	2—8	34.8			2—8	34.8		6—13	42.6			6—13	0.55
	3—7	25.7			3—7	25.7		7—12	34.7			7—12	0.45

2. 嵌线方法　绕组采用分层嵌线，嵌线次序为主绕组 M(黄)、调速绕组 T1(绿)、副绕组 A(绿)、调速绕组(T2)红。嵌线顺序见下表：

表 3.9.24　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
下层槽号		3	7	2	8	1	9	30	34	29	35	28	36	21	25	20	26	19	27	12	16
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
下层槽号		11	17	10	18	7	12	6	13	5	14	25	30	24	31	23	32	16	21	15	22
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	下层			34	3	33	4														
	上层	14	23					32	5	34	3	33	4	25	30	24	31	16	21	15	22
嵌绕次序		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
上层槽号		7	12	6	13	3	7	2	8	1	9	30	34	29	35	28	36	21	25	20	26
嵌绕次序		81	82	83	84	85	86	87	88												
上层槽号		19	27	12	16	11	17	10	18												

3. 绕组特点与应用　本例 L 型调速不同于通常的接法，它有两个调速绕组，分别与主、副绕组同相布线。与一般 L 型接法有区别，特将其定为 L－½型。接线原理如图 3-9d 所示。

此绕组应用于空调器热交换用风扇的电容电动机。应用实例有 YYKF－120－4 等。

3.9.25 48槽2/16极L/Y联结双绕组双速布线接线图

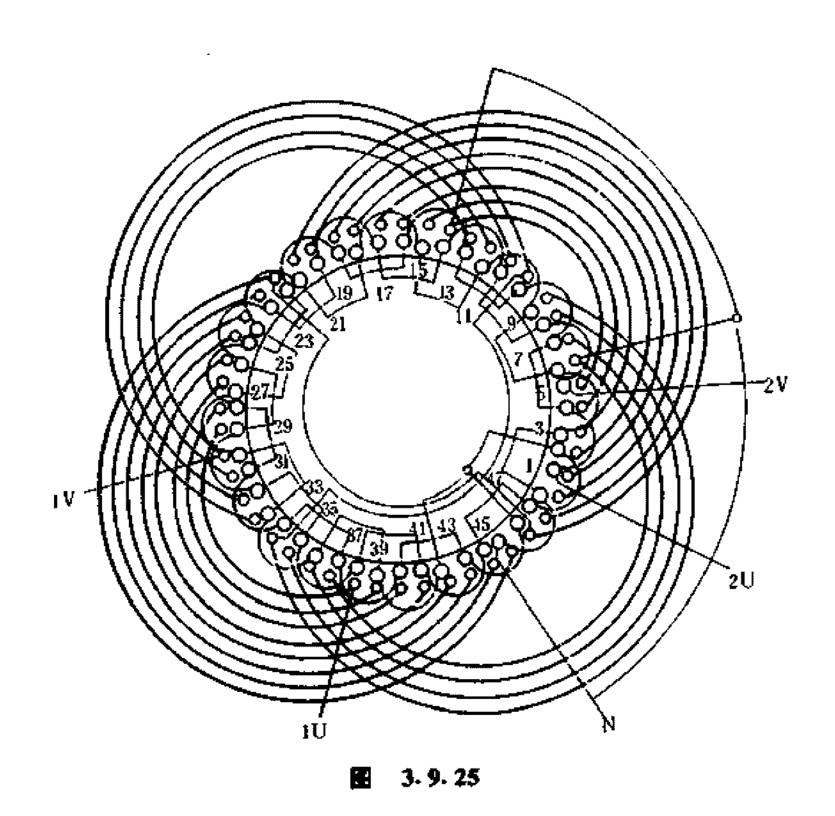


图 3.9.25

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=48$	16极组数	$u_{16}=24$	16极节距	$Y_{16}=1—4$
电机极数	$2p=2/16$	16极圈数	$Q_{16}=24$	2极圈数	$Q_2=24$
总线圈数	$Q=48$	16极极距	$\tau_{16}=3$	2极极距	$\tau_2=24$

2极绕组正弦布线参数表

主绕组				副绕组			
布线类型	节距	$K_u\%$	K_{dpm}	布线类型	节距	$K_u\%$	K_{dpa}
8B	1—24	15.1	0.854	4B	13—36	26.1	0.957
	2—23	14.8			14—35	25.6	
	3—22	14.3			15—34	24.8	
	4—21	13.5			14—33	23.5	
	5 20	12.6					
	6—19	11.3					
	7 -18	10					
	8—17	8.4					

2. 嵌线方法　先嵌2极，后嵌16极。嵌线顺序见下表：

表 3.9.25 分层整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
下层槽号	5	14	4	15	3	16	2	17	1	18	48	19	47	20	46	21	29	38	28	39	27	40	26	41

嵌绕次序	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
下层槽号	25	42	24	43	23	44	22	45	37	6	36	7	35	8	34	9	13	30	12	31	11	32	10	33

嵌绕次序	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
沉边槽号	1	47		45		43		41		39		37		35		33		31		29		27		25
浮边槽号			2		48		46		44		42		40		38		36		34		32		30	

嵌绕次序	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
沉边槽号		23		21		19		17		15		13		11		9		7		5		3		
浮边槽号	28		26		24		22		20		18		16		14		12		10		8		6	4

3. 绕组特点与应用　本例为全自动高级洗衣机电容电动机。它由独立的两套单速绕组组成，低速为16极，用于洗涤工作，为庶极链式Y形接法；高速时为2极，用作脱水工作，采用正弦布线，L形接法。绕组能有效地削弱3次谐波磁势而获得较好性能。绕组线圈虽多，但大小线圈分层嵌线互不干扰，故工艺性也较好。电动机接线原理如图3-9i所示。

第4章 交直流两用串励电动机绕组布线接线图

交直流两用电动机的电枢绕组与直流电枢相同，在实用上只应用于2极电动机。它的最大特点是转速快、效率高，与同等功率的其它单相电动机相比，其体积和重量都最小；而且具有起动转矩高、能同时用于交流或直流电源等优点，故目前是便携式电动工具及家用电器的主要动力源。

4.1 串励电枢嵌绕次序示意图

串励电枢绕组属小型层叠式转子结构，常用手工嵌绕。本节以嵌绕示意图介绍嵌绕次序，现就图例说明如下：

（1）嵌绕顺序示意图是从转子换向器端模拟画出，中心圆圈代表转子轴；各槽均布于外圆内侧，槽号标示于外侧；

（2）槽内小圆代表线圈（组）有效边，它由 n 个元件组成，通常用 n 根绝缘导线并绕；也可采用单根导线分圈绕制；

（3）槽内嵌入不同线圈（组）的两个有效边用两小圈表示，并用代表线圈端部的彩色线将两有效边连接，连线上标注编号为嵌绕次序；

（4）为使清晰易辨，嵌绕每一序次用不同颜色线条轮换标示；但平行对绕则每对次平行线用同色绘出。

串励电枢嵌绕方法与特点：

1. 叠绕法　　它的嵌绕特点是第一个线圈从第1槽开始嵌入，跨节距绕线；第二个线圈、从第2槽开始，顺次进行，直至完成。其工艺特点有：

（1）能适用于任何槽数的转子，嵌线工艺简单；

（2）线圈端部长度不等，先嵌绕的线圈匝长较后嵌者短，致使整机动平衡差，容易引起振动、噪声及产生运行时换向火花，故修理后要作动平衡校正、调整。

2. 平行对绕法　　它是较理想的嵌绕工艺，其特点有：

（1）嵌绕的每对次线圈分别平行分布于转轴两侧，容易达到动平衡；

（2）嵌绕次序不是沿槽号顺次进行，容易嵌错，故嵌绕前要预先规划好；

（3）只适用于部分偶数槽转子。

3. V形对绕法　　转子槽数为奇数时无法采用平行对绕，这时可用近似平行的V形对绕法嵌绕。嵌绕时，上一个线圈的跨距槽是下一个线圈的起始槽。其特点有：

（1）先后嵌绕线圈的端部成V形分布于转轴两侧，有较好的动平衡性；

（2）嵌绕的次序规律较易掌握，操作较平行对绕法方便；

（3）可适用于任何槽数的转子。

4.1.1 3槽2极电枢转子

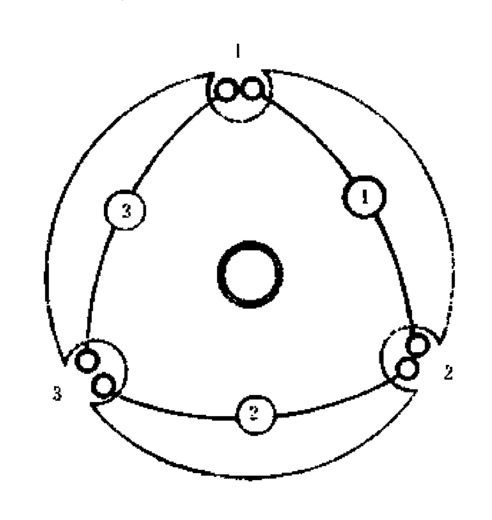


图 4.1.1

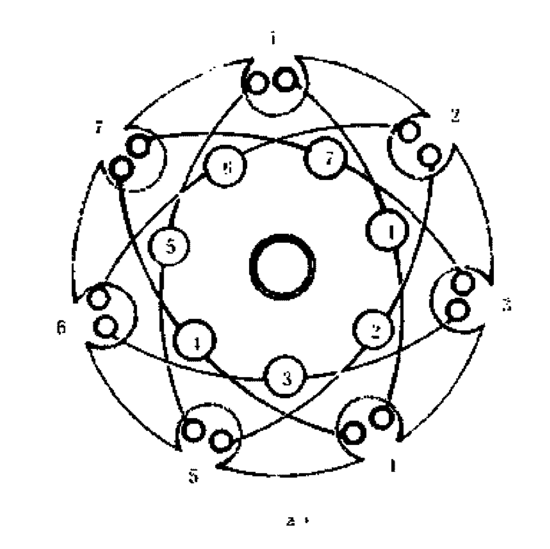
1. 缠绕特点　此绕组为奇数槽，且仅有3槽，采用叠绕和V形对绕的工艺次序相同。

2. 嵌绕方法　全部嵌绕只有3个序次。嵌绕顺序见下表：

表 4.1.1 叠绕法

嵌绕次序	1	2	3
线圈槽号	1—2	2—3	3—1

4.1.2 7槽2极电枢转子



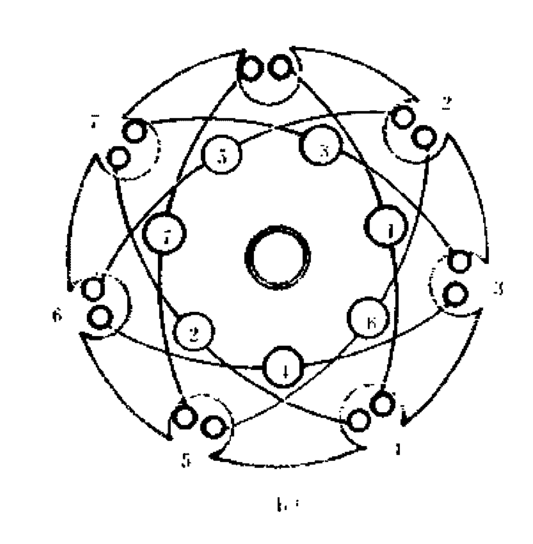


图 4.1.2

1. 缠绕特点　本例转子为奇数槽，除可采用叠绕外，还可采用V形对绕法嵌线。

2. 嵌绕方法　此转子有两种绕法：

(1) 叠绕法　嵌绕顺序见下表：

表 4.1.2(a) 叠绕法

嵌 绕 次 序	1	2	3	4	5	6	7
线 圈 槽 号	1—4	2—5	3—6	4—7	5—1	6—2	7—3

(2) V形对绕法　嵌绕顺序见下表：

表 4.1.2(b) V形对绕法

嵌 绕 次 序	1	2	3	4	5	6	7
线 圈 槽 号	1—4	4—7	7—3	3—6	6—2	2—5	5—1

4.1.3 8槽2极电枢转子

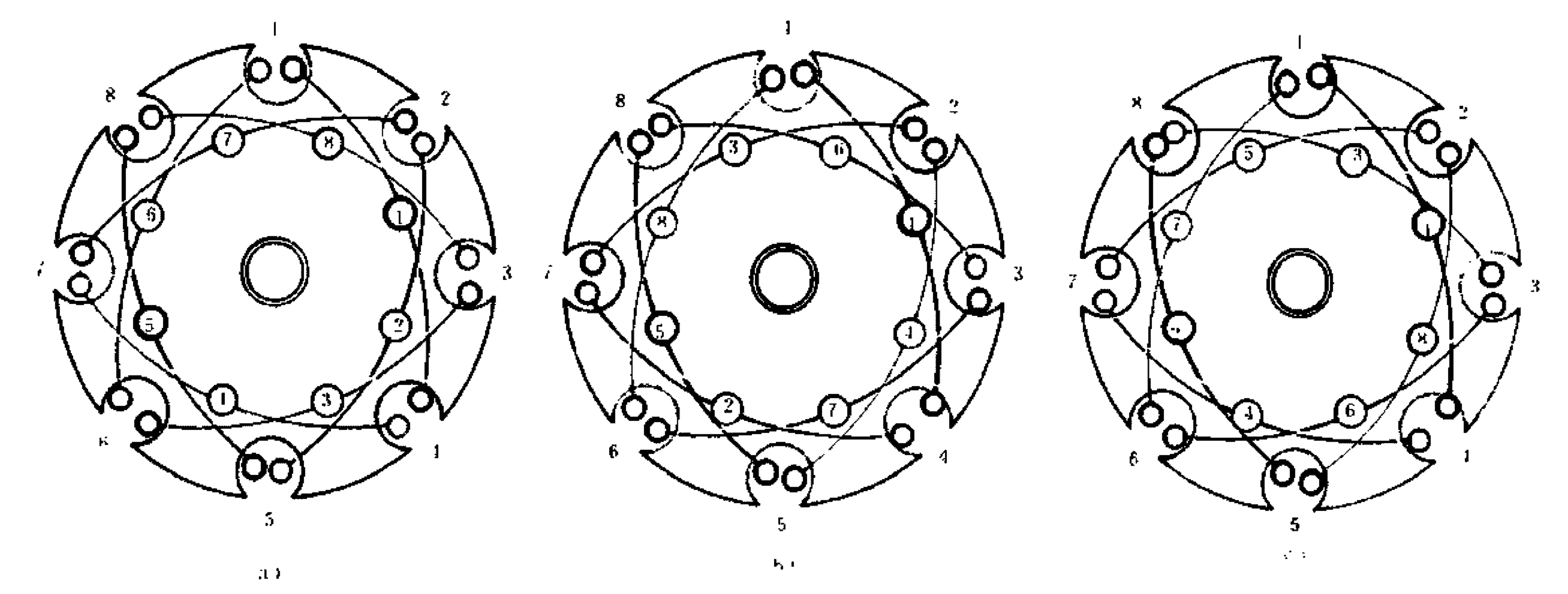


图 4.1.3

1. 绕线特点　本例转子为偶数槽，且是4倍数，故除用叠绕和V形对绕外，还可采用平行对绕。

2. 嵌线方法

(1) 叠绕法　顺槽编号嵌绕，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.3(a) 叠绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8
线圈槽号	1—4	2—5	3—6	4—7	5—8	6—1	7—2	8—3

(2) V形对绕法　尾随跨节距嵌绕，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.3(b) V形对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8
线圈槽号	1—4	4—7	7—2	2—5	5—8	8—3	3—6	6—1

(3) 平行对绕法　按每对次平行嵌绕，嵌绕次序见下表：

表 4.1.3(c) 平行对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8
线圈槽号	1—4	5—8	8—3	4—7	7—2	3—6	6—1	2—5

4.1.4 9槽2极电枢转子

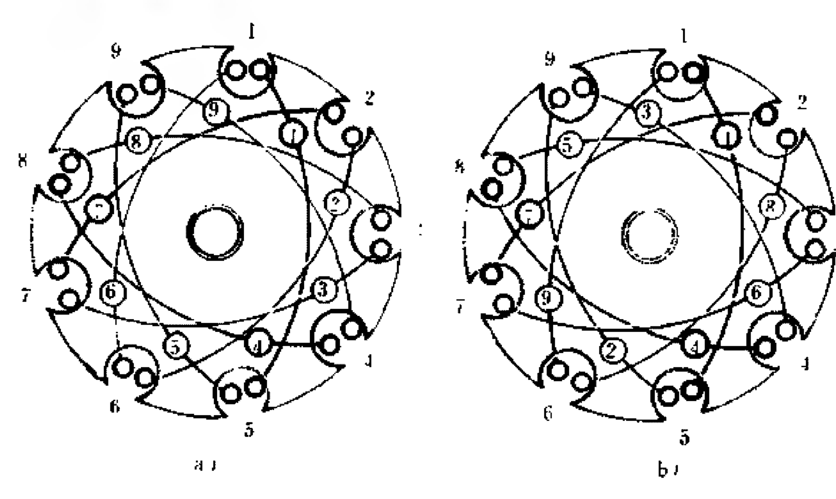


图 4.1.4

1. 缠绕特点　　转子是奇数槽，可采用叠绕或V形对绕。9槽转子采用并绕时共9组线圈；嵌绕次序用9次完成。

2. 嵌绕方法

(1) 叠绕法　　顺槽编号嵌绕，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.4(a)　叠绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9
线圈槽号	1—5	2—6	3—7	4—8	5—9	6—1	7—2	8—3	9—4

(2) V形对绕法　　尾随跨节距嵌绕，嵌线顺序见下表：

表 4.1.4(b)　V形对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9
线圈槽号	1—5	5—9	9—4	4—8	8—3	3—7	7—2	2—6	6—1

4.1.5 10槽2极电枢转子

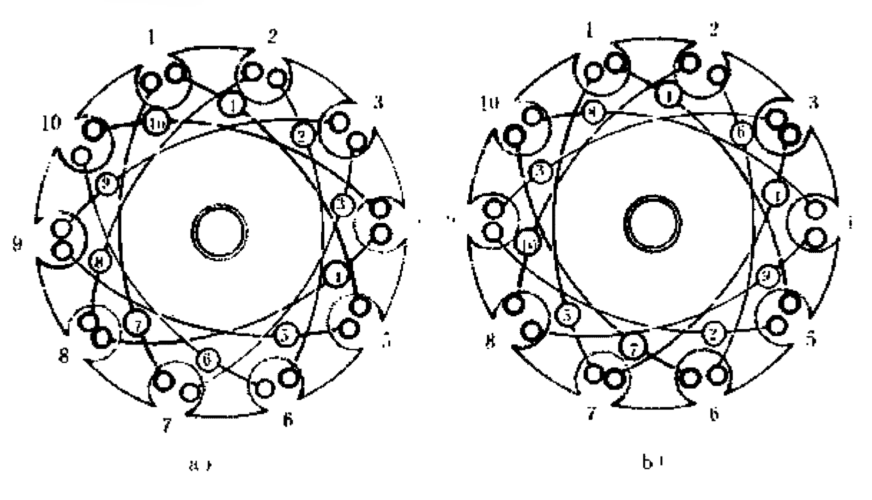


图 4.1.5

1. 缠绕特点　　此绕组可采用叠绕法和V形对绕法嵌绕。分10组线圈嵌绕完成。

2. 嵌绕方法

(1) 叠绕法　　顺次逐槽嵌线，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.5(a)　叠绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
线圈槽号	1—5	2—6	3—7	4—8	5—9	6—10	7—1	8—2	9—3	10—4

(2) V形对绕法　　按尾随跨节距嵌绕时，该槽数转子将形成双闭路嵌线，即从奇数1槽始嵌，经第5次序回到1槽；再从2号(偶数槽)始嵌形成第2个嵌绕次序。嵌线顺序见下表：

表 4.1.5(b)　V形对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
线圈槽号	1—5	5—9	9—3	3—7	7—1	2—6	6—10	10—4	4—8	8—2

4.1.6 11槽2极电枢转子

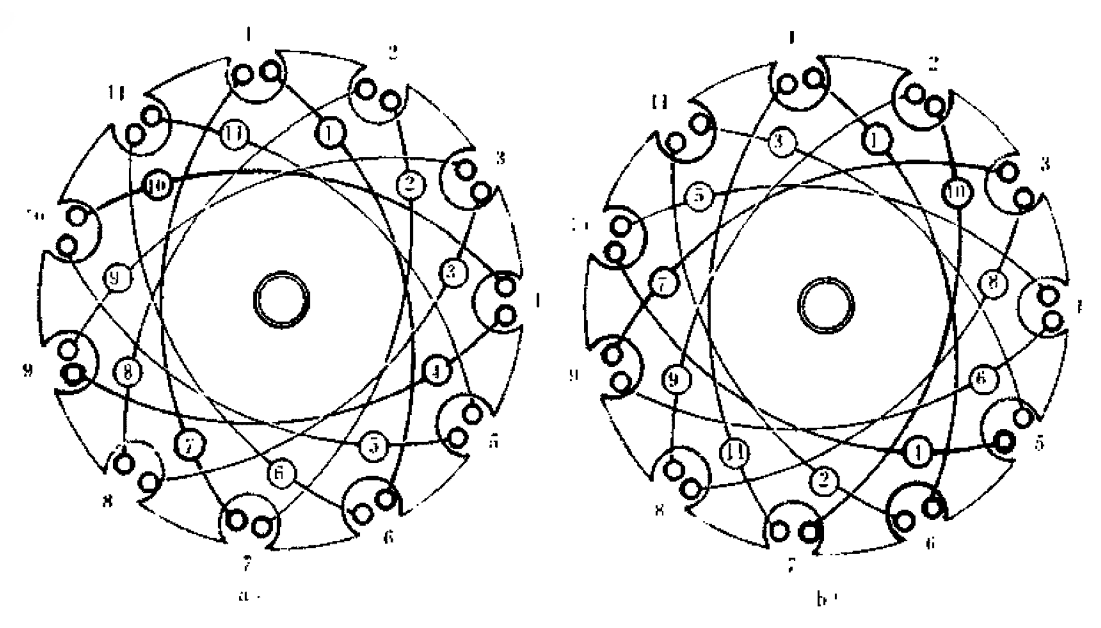


图 4.1.6

1. 缠绕特点　此转子为奇数槽，采用多根并绕时，可绕嵌11组线圈，并用11次序绕完。

2. 嵌绕方法

(1) 叠绕法　按槽顺序逐槽嵌绕，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.6(a)　叠绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
线圈槽号	1—6	2—7	3—8	4—9	5—10	6—11	7—1	8—2	9—3	10—4	11—5

(2) V形对绕法　尾随上次序跨入槽嵌绕，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.6(b)　V形对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
线圈槽号	1—6	6—11	11—5	5—10	10—4	4—9	9—3	3—8	8—2	2—7	7—1

4.1.7 12槽2极电枢转子

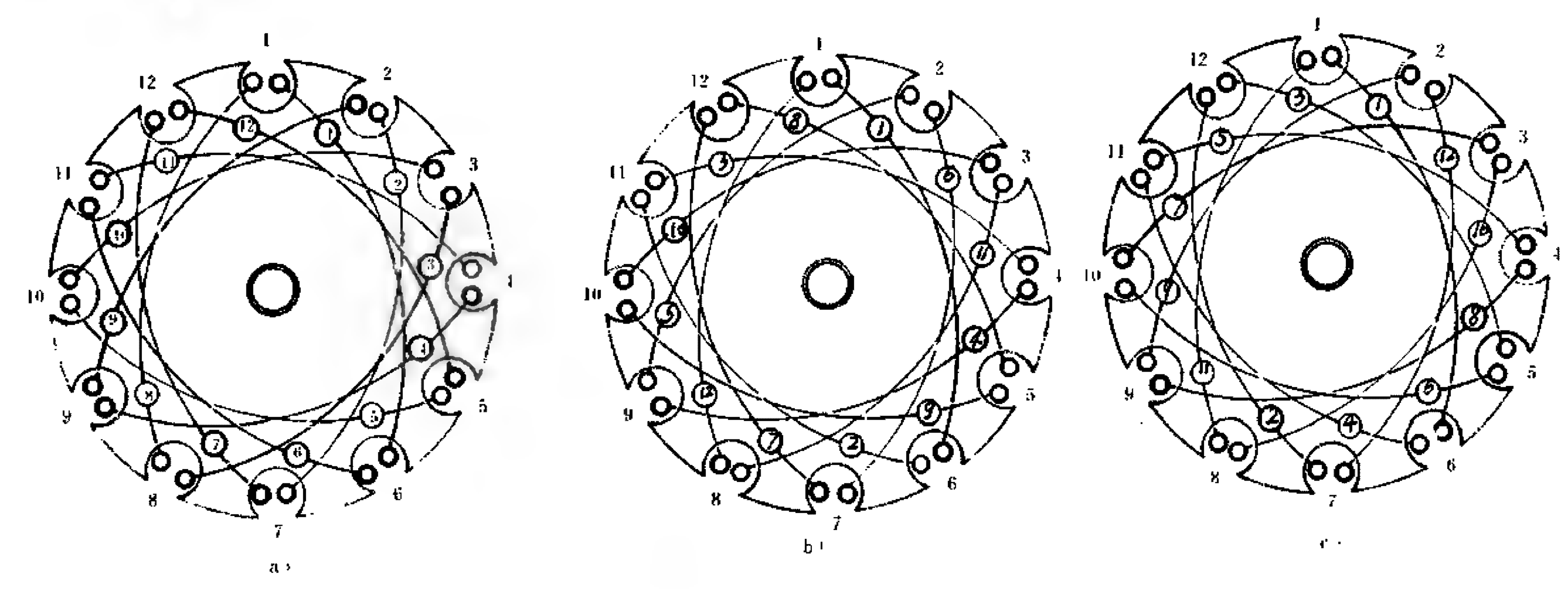


图 4.1.7

缠绕特点　本例转子除可用叠绕和V形对绕外，因槽数12为4的倍数，故还能采用平衡性更好的平行对绕嵌线。

(1) 叠绕法　逐槽顺序嵌绕，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.7(a)　叠绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
线圈槽号	1—6	2—7	3—8	4—9	5—10	6—11	7—12	8—1	9—2	10—3	11—4	12—5

(2) V形对绕法　尾随上次序跨入槽嵌绕，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.7(b)　V形对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
线圈槽号	1—6	6—11	11—4	4—9	9—2	2—7	7—12	12—5	5—10	10—3	3—8	8—1

(3) 平行对绕法　平行对绕能获得较好的动平衡效果，但嵌绕时容易出错。嵌绕顺序见下表：

表 4.1.7(c)　平行对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
线圈槽号	1—6	7—12	10—3	4—9	11—4	5—10	3—8	9—2	12—5	6—11	8—1	2—7

4.1.8 13槽2极电枢转子

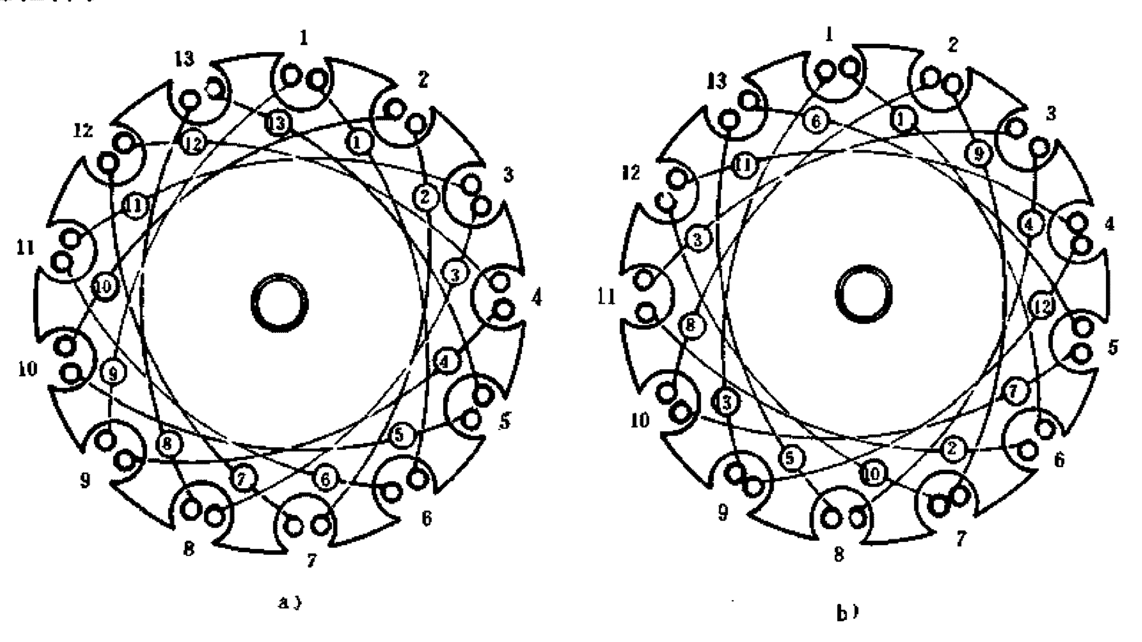


图 4.1.8

1. 缠绕特点　　转子为奇数槽，不能采用平行对绕，嵌法只有两种。

2. 嵌绕方法

(1) 叠绕法　　逐槽顺次嵌绕，嵌线次序见下表：

表 4.1.8(a)　叠绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
线圈槽号	1—6	2—7	3—8	4—9	5—10	6—11	7—12	8—13	9—1	10—2	11—3	12—4	13—5

(2) V形对绕法　　尾随前一序次所跨的槽嵌绕，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.8(b)　V形对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
线圈槽号	1—6	6—11	11—3	3—8	8—13	13—5	5—10	10—2	2—7	7—12	12—4	4—9	9—1

4.1.9 15槽2极电枢转子

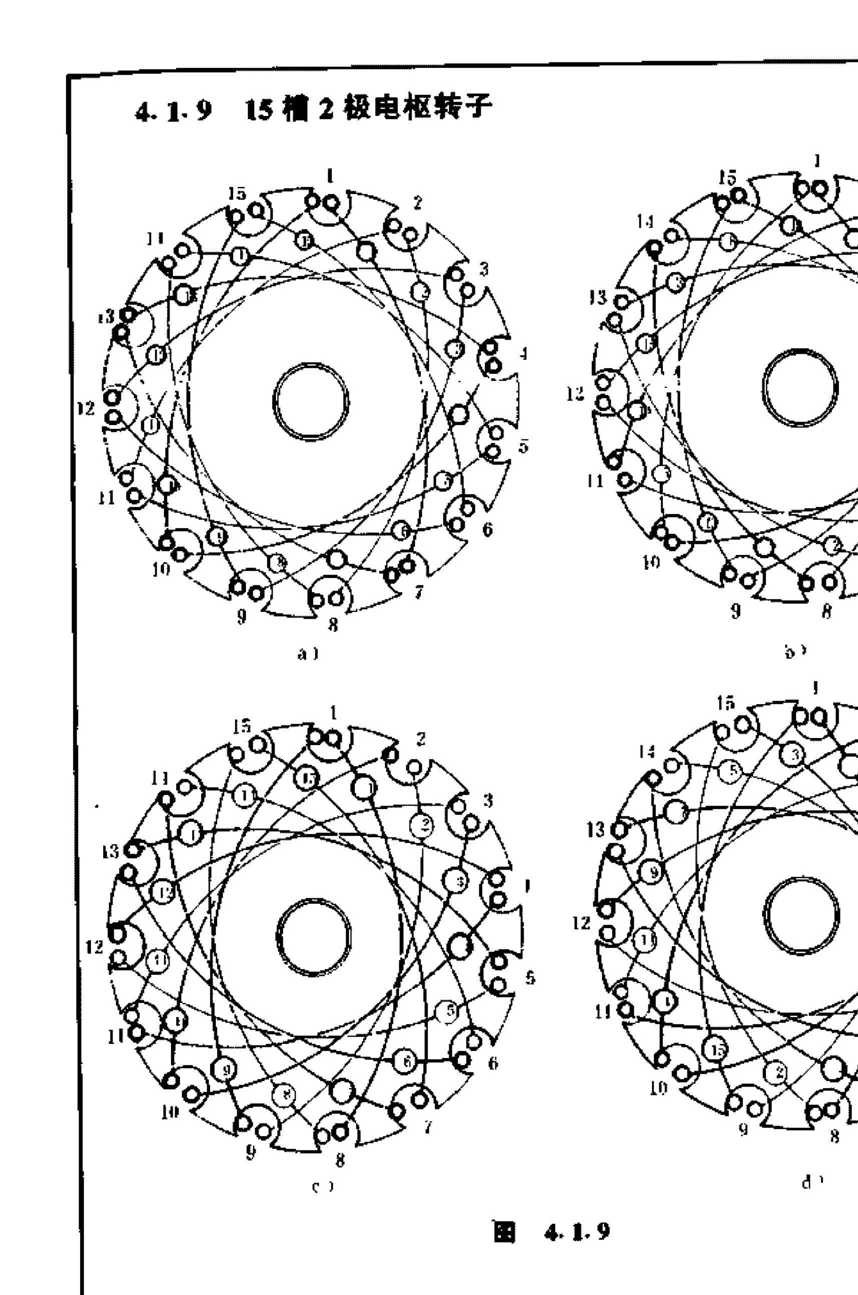


图 4.1.9

1. 缠绕特点　15槽2极的串励电动机转子可采用叠绕和V形对绕，实用上此规格电枢的槽节距有 $Y=6$ 和 $Y=7$ 两种；当 $Y=6$ 时，V形对绕将分别形成三个独立的嵌绕闭路。

2. 嵌绕方法

(1) 叠绕法($Y=6$)

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
线圈槽号	1—7	2—8	3—9	4—10	5—11	6—12	7—13	8—14	9—15	10—1	11—2	12—3	13—4	14—5	15—6

(2) V形对绕法($Y=6$)

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
线圈槽号	1—7	7—13	13—4	4—10	10—1	2—8	8—14	14—5	5—11	11—2	3—9	9—15	15—6	6—12	12—3

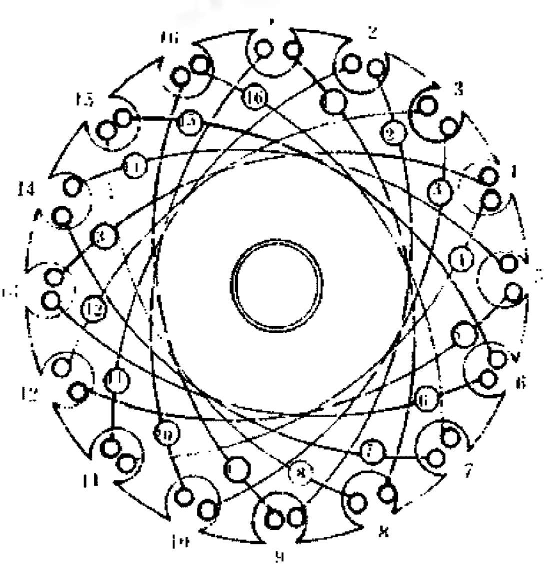
(3) 叠绕法($Y=7$)

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
线圈槽号	1—8	2—9	3—10	4—11	5—12	6—13	7—14	8—15	9—1	10—2	11—3	12—4	13—5	14—6	15—7

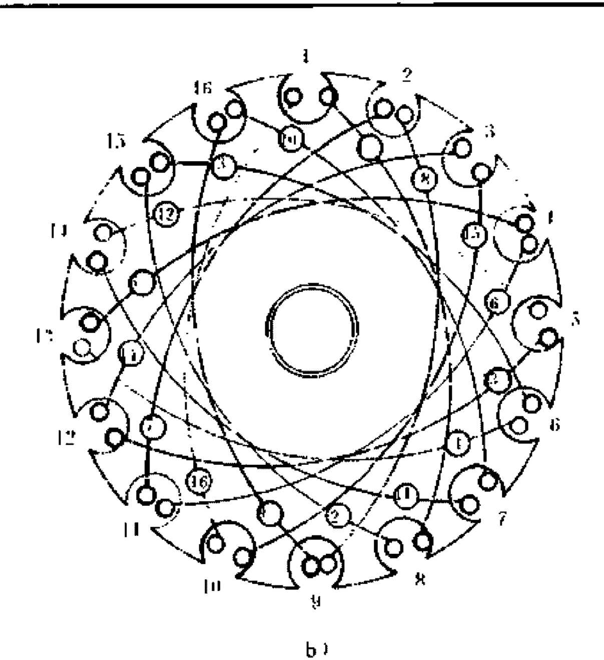
(4) V形对绕法($Y=7$)

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
线圈槽号	1—8	8—15	15—7	7—14	14—6	6—13	13—5	5—12	12—4	4—11	11—3	3—10	10—2	2—9	9—1

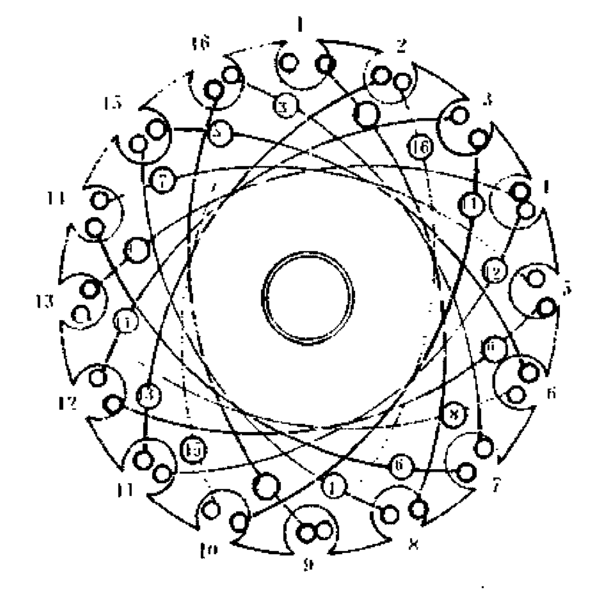
4.1.10　16槽2极电枢转子



a)



b)



c)

图　4.1.10

1. 嵌绕特点　　本例转子是偶数槽，而且槽数是4的倍数，故可采用三种嵌绕方法。

2. 嵌绕方法

（1）叠绕法　　逐个线圈按槽顺次嵌绕，嵌绕顺序见下表：

表 4.1.10(a)　叠绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8
线圈槽号	1—8	2—9	3—10	4—11	5—12	6—13	7—14	8—15
嵌绕次序	9	10	11	12	13	14	15	16
线圈槽号	9—16	10—1	11—2	12—3	13—4	14—5	15—6	16—7

（2）V形对绕法　　嵌绕顺序见下表：

表 4.1.10(b)　V形对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8
线圈槽号	1—8	8—15	15—6	6—13	13—4	4—11	11—2	2—9

（续）

嵌绕次序	9	10	11	12	13	14	15	16
线圈槽号	9—16	16—7	7—14	14—5	5—12	12—3	3—10	10—1

（3）平行对绕法　　嵌线顺序见下表：

表 4.1.10(c)　平行对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8
线圈槽号	1—8	9—16	16—7	8—15	15—6	7—14	14—5	6—13
嵌绕次序	9	10	11	12	13	14	15	16
线圈槽号	13—4	5—12	12—3	4—11	11—2	3—10	10—1	2—9

4.1.11　19槽2极电枢转子

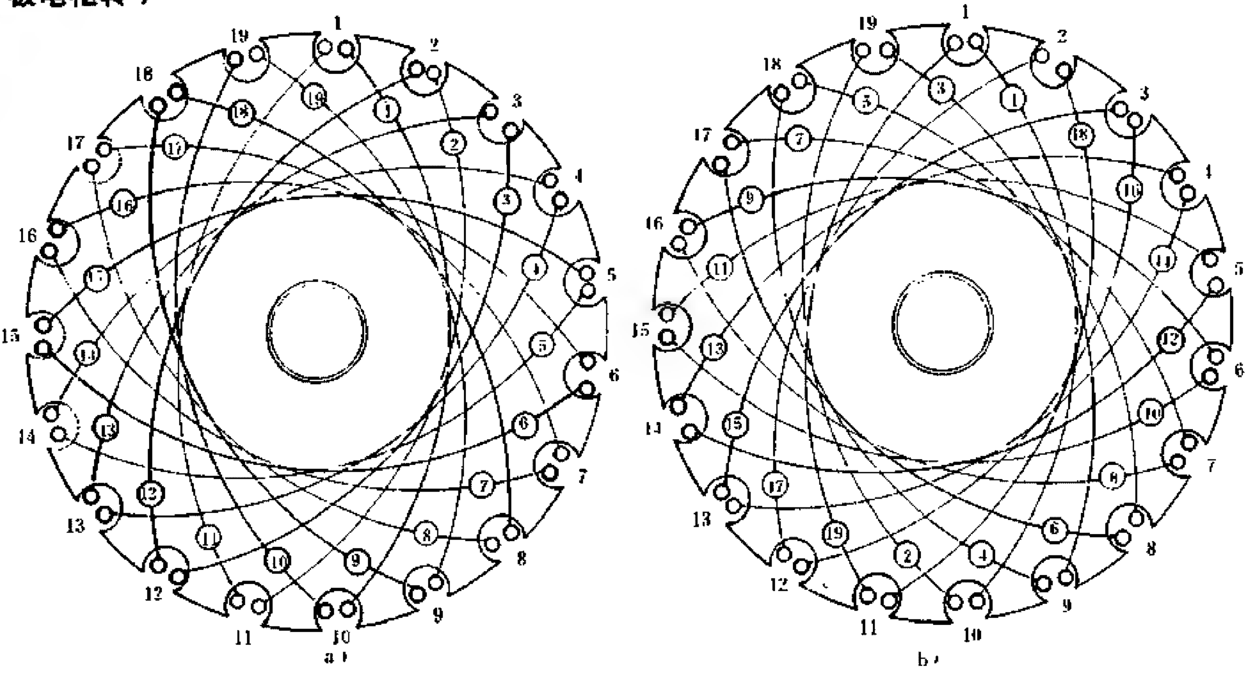


图　4.1.11

1. 嵌绕特点　　此转子槽节距$Y=9$，可采用两种嵌绕方法，并绕工艺嵌线次数为19次。

2. 嵌绕方法

（1）叠绕法　　嵌绕时顺槽序跨节距逐个嵌入。嵌绕次序见下表：

表 4.1.11(a)　叠绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
线圈槽号	1—10	2—11	3—12	4—13	5—14	6—15	7—16	8—17	9—18	10—19
嵌绕次序	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
线圈槽号	11—1	12—2	13—3	14—4	15—5	16—6	17—7	18—8	19—9	

（2）V形对绕法　　第1只线圈跨9槽节距嵌绕，下一线圈尾随跨入槽嵌绕。嵌绕顺序见下表：

表 4.1.11(b)　V形对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
线圈槽号	1—10	10—19	19—9	9—18	18—8	8—17	17—7	7—16	16—6	6—15
嵌绕次序	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
线圈槽号	15—5	5—14	14—4	4—13	13—3	3—12	12—2	2—11	11—1	

4.1.12 22槽2极电枢转子

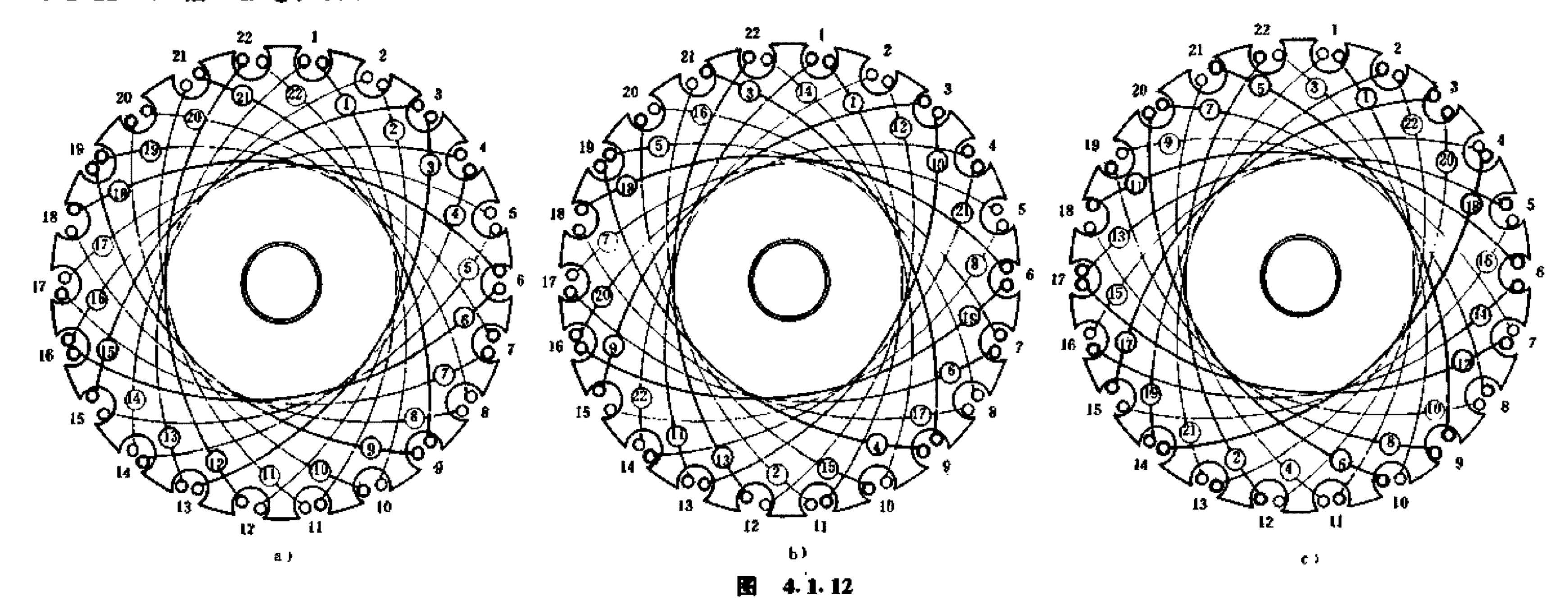


图 4.1.12

1. 绕绕特点　　转子为偶数槽，线圈槽节距 $Y=10$，可采用三种嵌法。V形对绕时将分别由奇数号槽和偶数号槽形成两个嵌绕闭路；平行对绕因槽数不是4的倍数，故其对称程度尚存不足。

2. 嵌绕方法

a）叠绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
线圈槽号	1—11	2—12	3—13	4—14	5—15	6—16	7—17	8—18	9—19	10—20	11—21
嵌绕次序	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
线圈槽号	12—22	13—1	14—2	15—3	16—4	17—5	18—6	19—7	20—8	21—9	22—10

b）V形对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
线圈槽号	1—11	11—21	21—9	9—19	19—7	7—17	17—5	5—15	15—3	3—13	13—1
嵌绕次序	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
线圈槽号	2—12	12—22	22—10	10—20	20—8	8—18	18—6	6—16	16—4	4—14	14—2

c）平行对绕法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
线圈槽号	1—11	12—22	22—10	11—21	21—9	10—20	20—8	9—19	19—7	8—18	18—6
嵌绕次序	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
线圈槽号	7—17	17—5	6—16	16—4	5—15	15—3	4—14	14—2	3—13	13—1	2—12

4.2 交直流串励电枢绕组布线接线图

交直流串励电枢布线接线图例是根据电机实例绘制，但由于生产厂家较多，在同一规格产品中，绕组的接线会有变化，故本图例采用的接线仅供参考。拆除绕组修理时，可根据槽内元件出线头与换向器的相对位置标记，找出相应图例进行接线。如果修理中疏忽或其它原因而无法确定原来接线定位，可参考作者在本社出版的《中小型电机绕组修理》一书中的有关交直流串励电枢绕组接线所述内容，确定线头与换向器的相对位置。为方便读者使用图例，特作如下说明：

1. 电枢转子铁心外圆及换向器等基本轮廓用墨线画出，中心小圈代表转轴；每槽由两只彩色小圈代表两个线圈有效边，线圈端部用不同彩线轮换绘出，以示清晰醒目便于区分。

2. 交流串励电枢一般采用手绕，常用一至数根绝缘导线并绕规定匝数构成一只线圈，而每一并绕根数为一元件。

3. 手绕电枢槽内本无上下层之分，但为制图方便使画法规整，例图仍以上下层次的两小圈画出。

4. 转子的装配结构有两类：A 类结构的转子，槽中心线与换向器云母片中心线重合；B 类结构则槽中心线与换向片中心线重合。

5. 线圈与换向器的接线可归纳为两种形式：一是以始槽为基准借偏接线，即线圈另一有效边在跨距槽的出线头也引到始槽附近对应的换向片上。例如图 4.2-2 中，始槽(1 槽)线圈(下层边)三元件引接到换向片 1、2、3，跨距槽(5 槽上层边)的三元件线头也引接到 1 槽附近的 2、3、4 换向片；另一种是以跨距槽为基准借偏接线，即始槽线头将在跨槽对应的换向片上接线。例如图 4.2.5 便是此例。

6. 为了便于识别，除文字说明外，对上述两种基准借偏接线，还在例图中用槽内上下层小圆的颜色组成区分：

（1）上红下黄并用红色引接线绘制的为 A 类结构的始槽借偏接线图例；

（2）上黄下绿并用黄色引接线绘制的为 A 类结构的跨距槽基准借偏接线图例；

（3）上绿下黄并用绿色引接线绘制的为 B 类结构的始槽基准借偏接线图例；

（4）上红下绿并用黄色引接线绘制的为 B 类结构的跨距槽基准借偏接线图例。

7. 槽内线圈有效边由 n 个元件组成时，例图将用 n 种彩色线引出接入换向片。

8. 根据修理时做标记的习惯，图例设始(1 号)槽的第 1 个元件边及其接入的换向片为 1 号；第 2 元件为 2 号，余类推。

9. 换向片的“借偏”接线是以槽中心线为基准计，但有两种表示形式：一是以每槽所占换向片数的中心线与槽中心线的偏移片数表示；另一是以 1 号换向片中心线与槽中心线的偏移片数表示。因前者较规范，为本节采用的借偏形式。

10. 标题含义：标题以复式参数表示，如 9×3 槽的 9 是转子实槽数；3 是每槽包含虚槽(元件)数；3×9 则表示有 27 个虚槽及 27 个换向片。

4.2.1 3×1槽电枢布线接线图

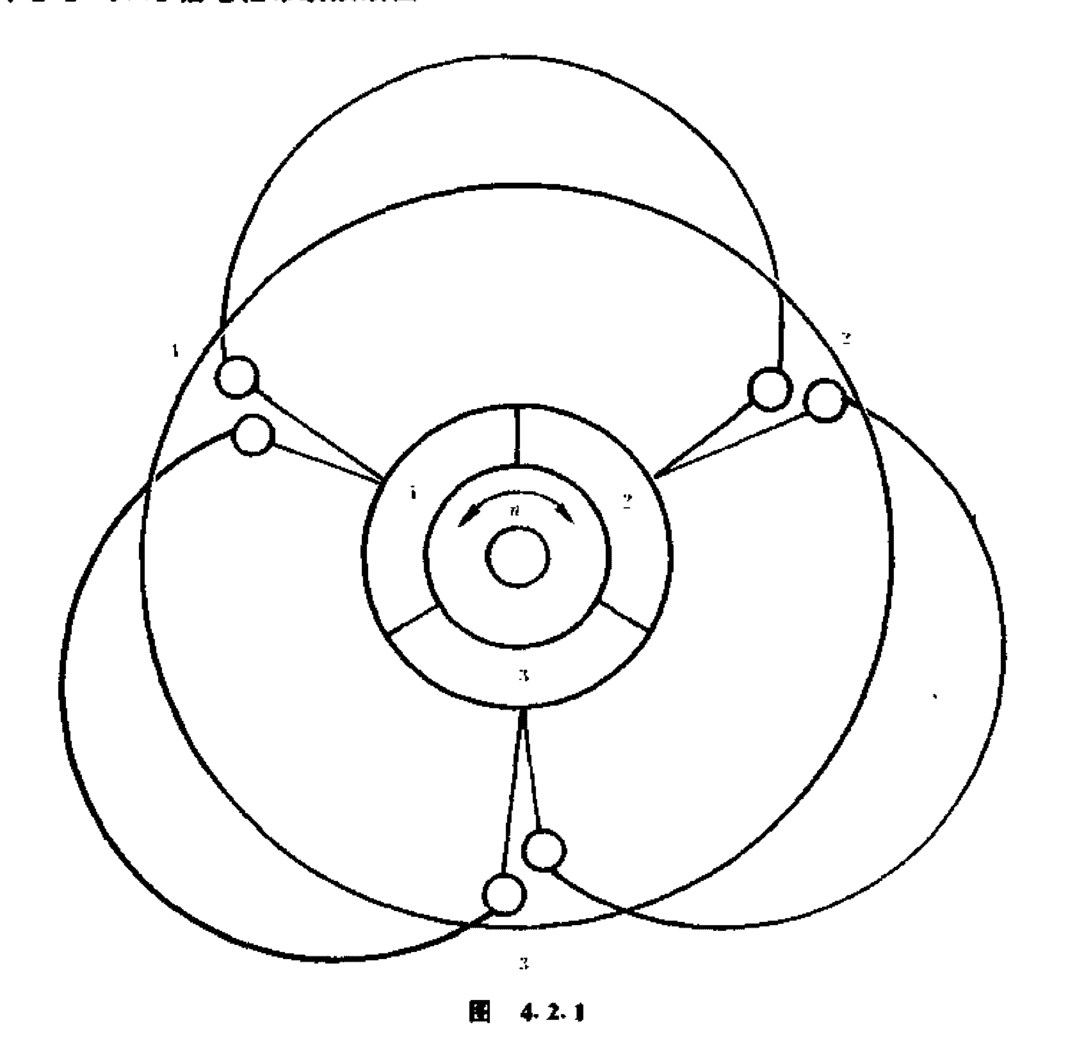


图 4.2.1

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=3$　　每槽元件 $n=1$

电机极数 $2p=2$　　实槽节距 $Y=1—2$

换向片数 $K=3$　　换向节距 $Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　　本例电枢转子槽的中心线与换向片中心线重合，应属B类结构。转子只有3槽，每槽只有两个线圈边，即每线圈由单根绝缘导线缠绕，故虚槽数与实槽数相等，而槽节距等于换向片节距，是串励电枢绕组特殊的最简单型式。绕组的嵌绕也很简单，仅需3次便可完成，嵌绕顺序可参考图4.1.1。

3. 主要应用　　本例电枢绕组应用于电动剃须刀、简易电吹风以及玩具电动机等。

4.2.2 9×3槽电枢布线接线图

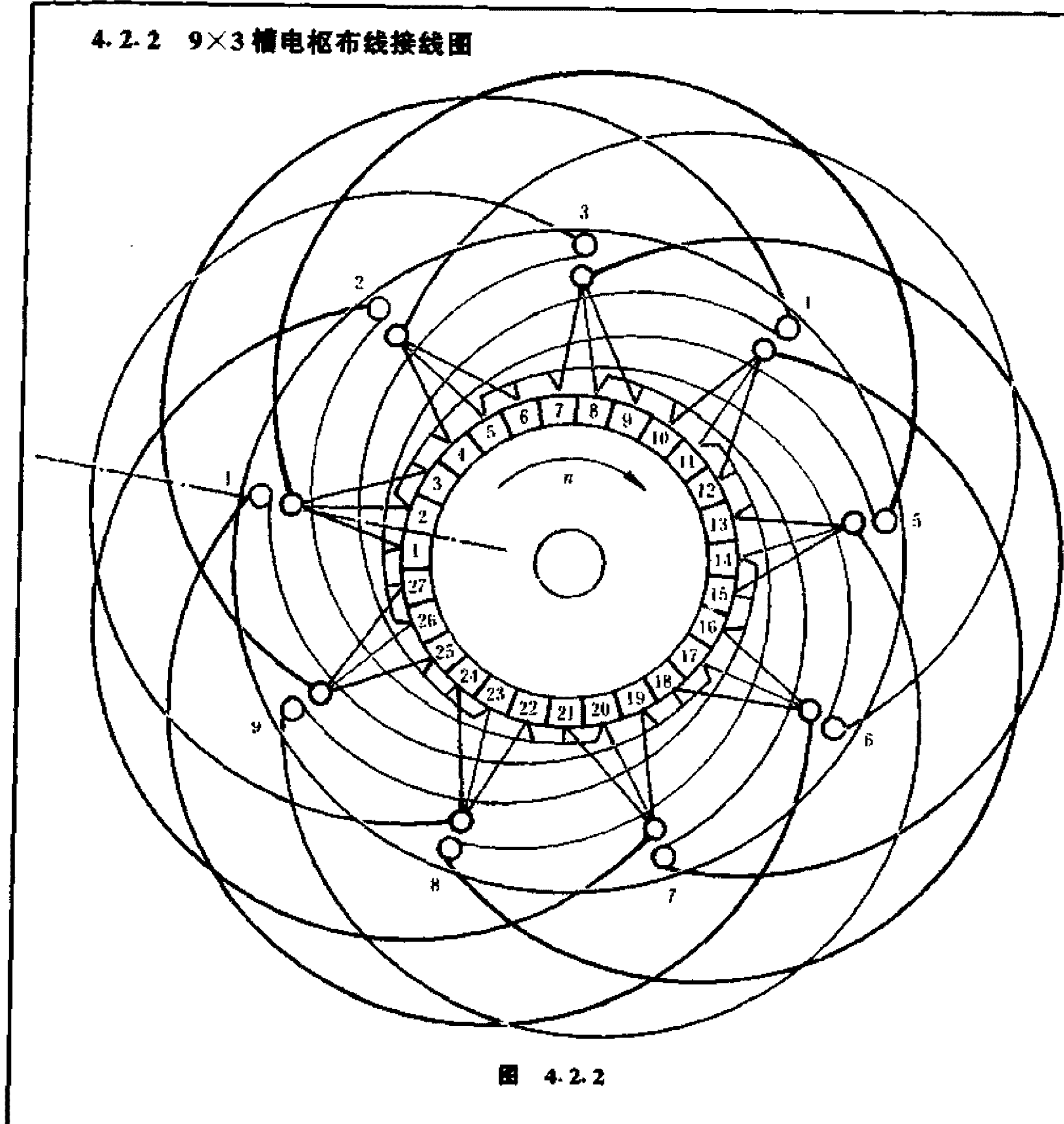


图 4.2.2

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=9$　　每槽元件 $n=3$

电机极数 $2p=2$　　实槽节距 $Y=1-5$

换向片数 $K=27$　　换向节距 $Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点　　转子为A类结构。换向片1号(起始换向片)在1号槽(起始槽)中心线附近，即线圈以始槽基准借偏，2号元件偏右半片接入换向器。此转子为9槽，按双层绕组概念则每槽所占1线圈，而每圈包含 $n=3$ 元件(即用三根导线并绕)，每元件的引线在图中用红、绿、黄三色线表示，每元件的首尾端接入相邻两换向片的线槽。因此槽1线圈的3元件便分别接入换向片1、2、3，线圈跨入槽5(上层)后，对应的3元件尾线则分别引接到换向片2、3、4。其余接线类推。电枢嵌线用手绕，嵌绕方法参考图4.1.4。

3. 主要应用　　本例电枢应用于J1Z—6手电钻及 ϕ56mm冲片的电动工具用电动机的转子。

4.2.3　10×2 槽电枢布线接线图

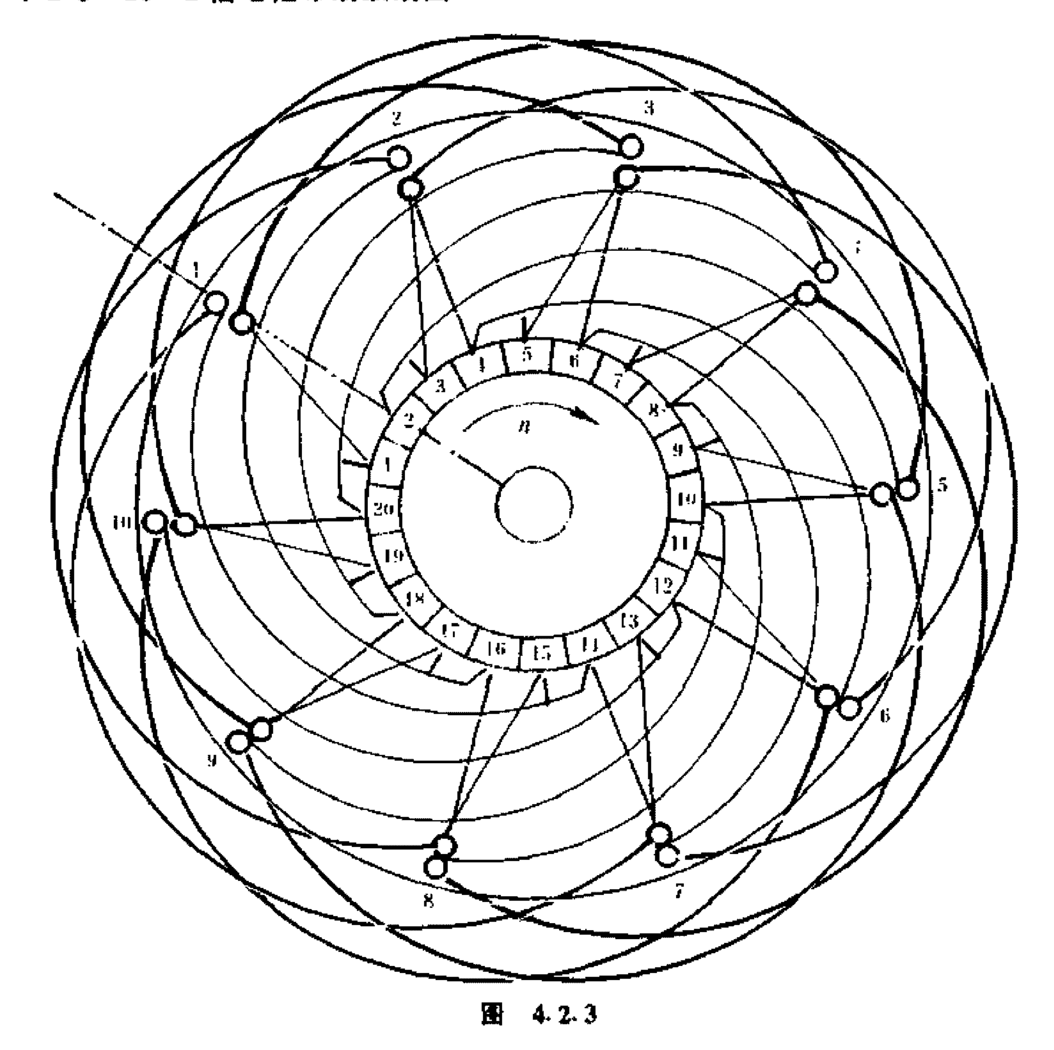


图　4.2.3

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=10$　每槽元件　$n=2$

电机极数　$2p=2$　实槽节距　$Y=1—5$

换向片数　$K=20$　换向节距　$Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　　本例转子的中心线与换向片中心线重合，属 B 类结构。始槽两换向片落在始槽中心线上，线圈是以始槽为基准向左借偏半片接线，即 1 号元件偏左 1 片接入换向器。此转子是偶数槽，线圈槽节距 $Y=4$，短于极距 1 槽。嵌线时用 2 根并绕，即每圈包含元件数 $n=2$，图中用绿、黄二种彩色线条表示；每元件首尾端接入相邻两换向片，线圈跨入槽 5 后，对应元件分别引接到换向片 2、3。其余类推。电枢嵌线用手绕，嵌绕方法参考图 4.1.5。

3. 主要应用　　此绕组应用实例有 U15/40—220、U15/56—220D 等单相串励电动机转子绕组。

4.2.4 11×3槽电枢布线接线图之一

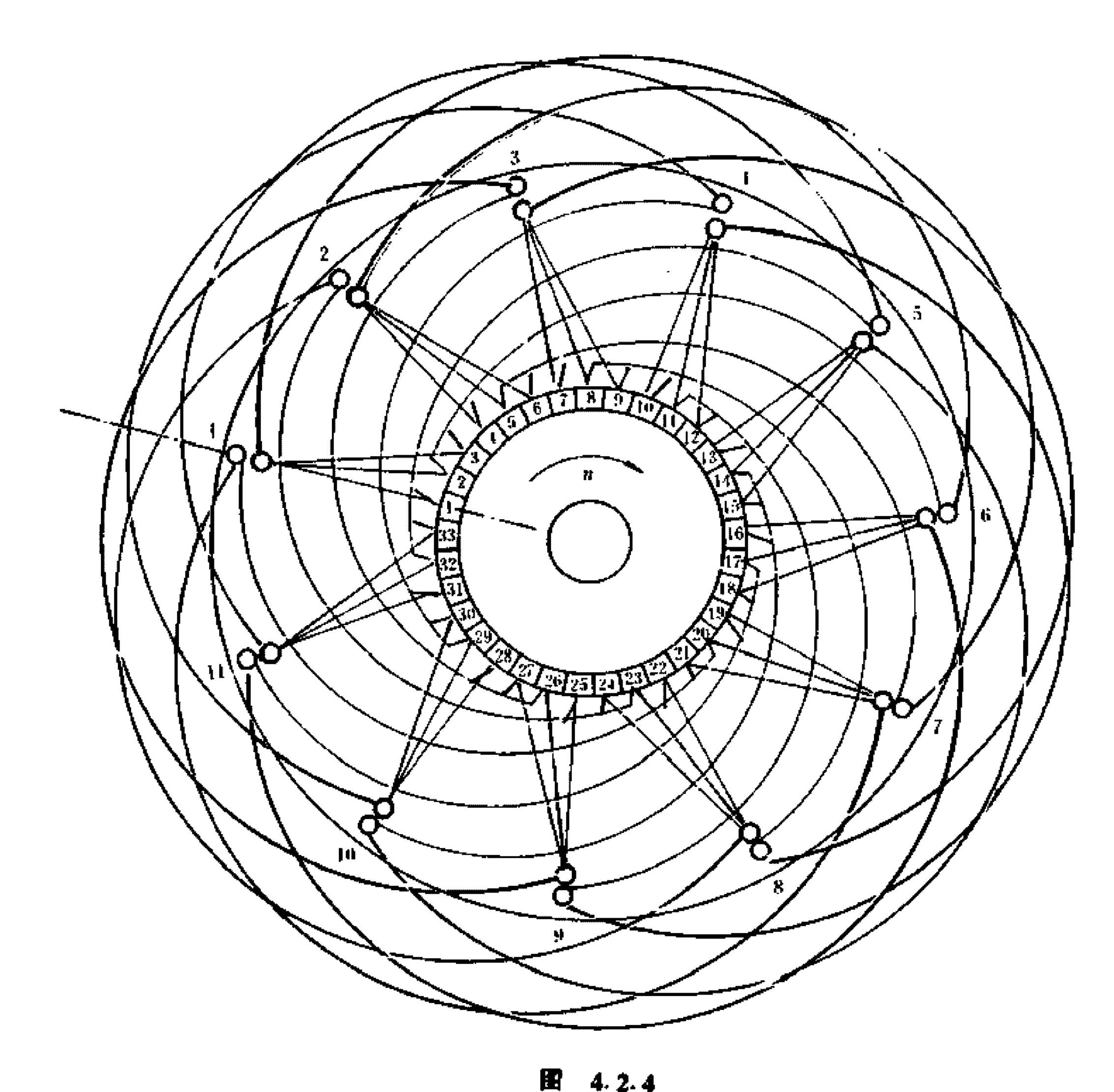


图 4.2.4

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=11$ 每槽元件 $n=3$

电机极数 $2p=2$ 实槽节距 $Y=1-6$

换向片数 $K=33$ 换向节距 $Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点 本例转子槽中心线对准换向片中心线，属B类结构。而且，槽中心线穿过起始换向片，故是以始槽为基准借偏接线，这时1号片与槽中线重合，而 n 片中心线在片2，故属向右借偏1片接线。绕组每圈包含3元件，即用手绕时由3根导线并绕，每元件的引线分别用绿、黄、红三色表示，并接到换向片1、2、3；因每元件首尾端必须接在相邻换向片上，故其尾端应接入换向片2、3、4。此线圈节距为4槽，手绕嵌线的嵌绕方法可参考图4.1.6。

3. 主要应用 本例实际应用于Z1JH—20冲击电钻、回M1B—90/2电刨等 $\phi71$mm 冲片的电动工具用单相串励电动机电枢绕组。

4.2.5 11×3 槽电枢布线接线图之二

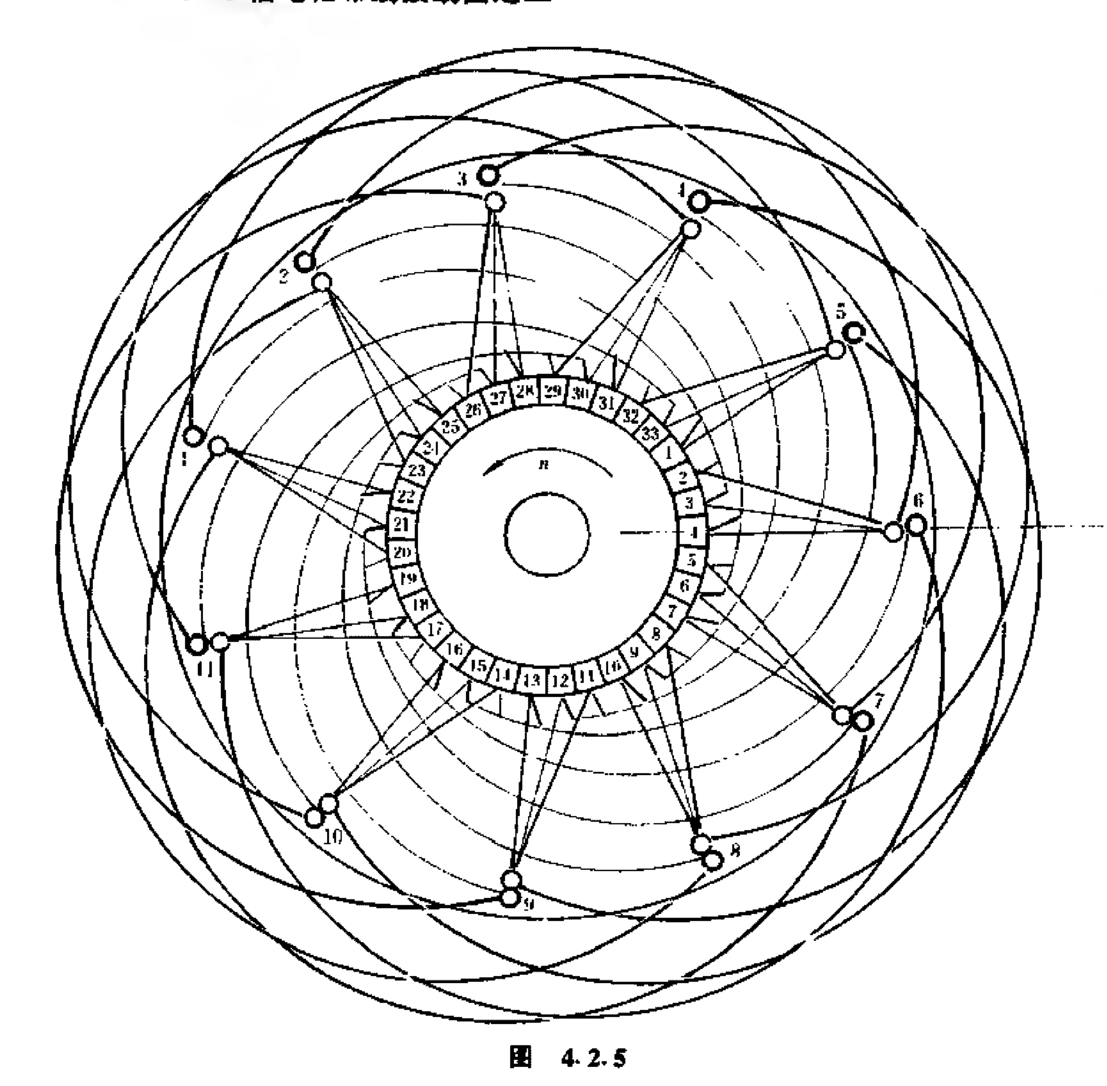


图 4.2.5

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=11$ 每槽元件 $n=3$

电机极数 $2p=2$ 实槽节距 $Y=1-6$

换向片数 $K=33$ 换向节距 $Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点 本例转子槽中心线与换向片中心线重合，属B类转子结构。此绕组以跨距槽(即1号槽线圈跨入的第6槽)为基准借偏。这时，基准槽6的中心线正对的换向片编号为4，则每槽元件n(=3)片的中心线在片2，即1号槽线圈向左借偏2片。接线时将1号槽元件首端接入换向片1、2、3，其跨于槽6的尾端则分别对应接在2、3、4片。其余类推。电枢线圈用手绕，嵌绕方法参考图4.1.6。

3. 主要应用 此电枢绕组应用于部分ϕ71mm冲片的电动工具电动机转子。

4.2.6 11×3 槽电枢布线接线图之三

图 4.2.6

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=11$　　每槽元件　$n=3$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=1-6$

换向片数　$K=33$　　换向节距　$Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点　　本绕组线圈以跨距槽借偏，基准槽 6 中心线与换向器云母片中心线重合，属 A 类转子结构。基准槽中心线两侧换向片编号为 4、5，其余片号如图所示。1 号槽 3 元件首端接入换向片 1、2、3，其中片 2 中线是 n 片中心线，即绕组是向右借偏 2 片半接线；而跨距槽 6 的线圈 3 个元件尾端则分别对应接入换向片 2、3、4。绕组嵌线采用手绕，嵌绕方法参考图 4.1.6。

3. 主要应用　　本例电枢绕组应用于 G25/40 和 G30/40 等单相串励电动机。

4.2.7 11×3 槽电枢布线接线图之四

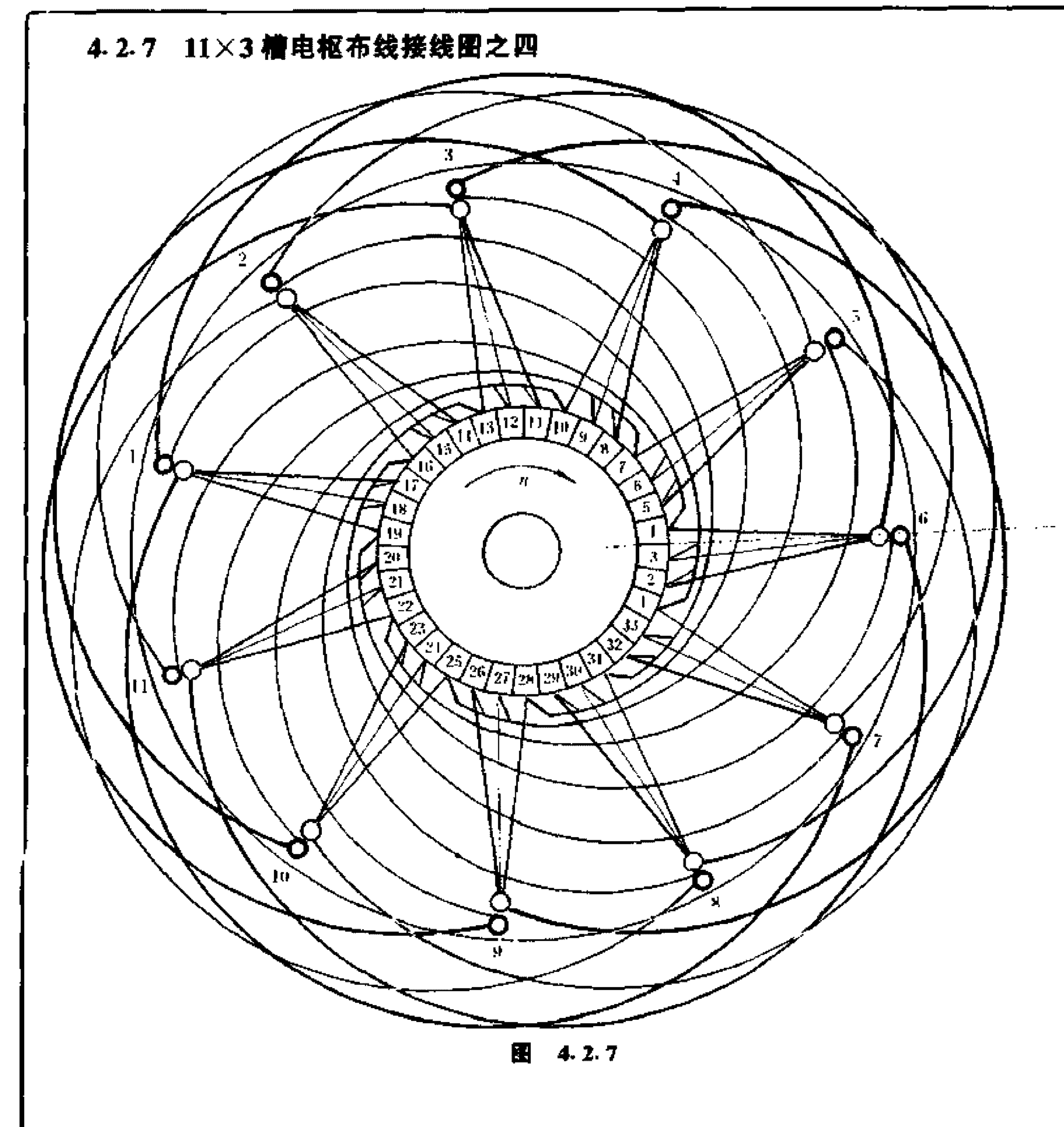


图 4.2.7

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=11$　　每槽元件 $n=3$

电机极数 $2p=2$　　实槽节距 $Y=1-6$

换向片数 $K=33$　　换向节距 $Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点　　转子为A类结构，其基准槽中心线与换向器云母片中心线重合。基准线两侧换向片编号为3、4，其余编号见图4.2.7所示。始槽线圈3个元件首端分别接入换向片1、2、3，3片的中心线在片2，即与基准槽6中心借偏向右1片半接线；槽6的线圈尾端分别对应接入换向片2、3、4。绕组嵌线用3根导线并行手绕，嵌绕方法参考图4.1.6。

3. 主要应用　　本例绕组应用于G80/40、G90/40等单相串励电动机转子。

4.2.8 11×3 槽电枢布线接线图之五

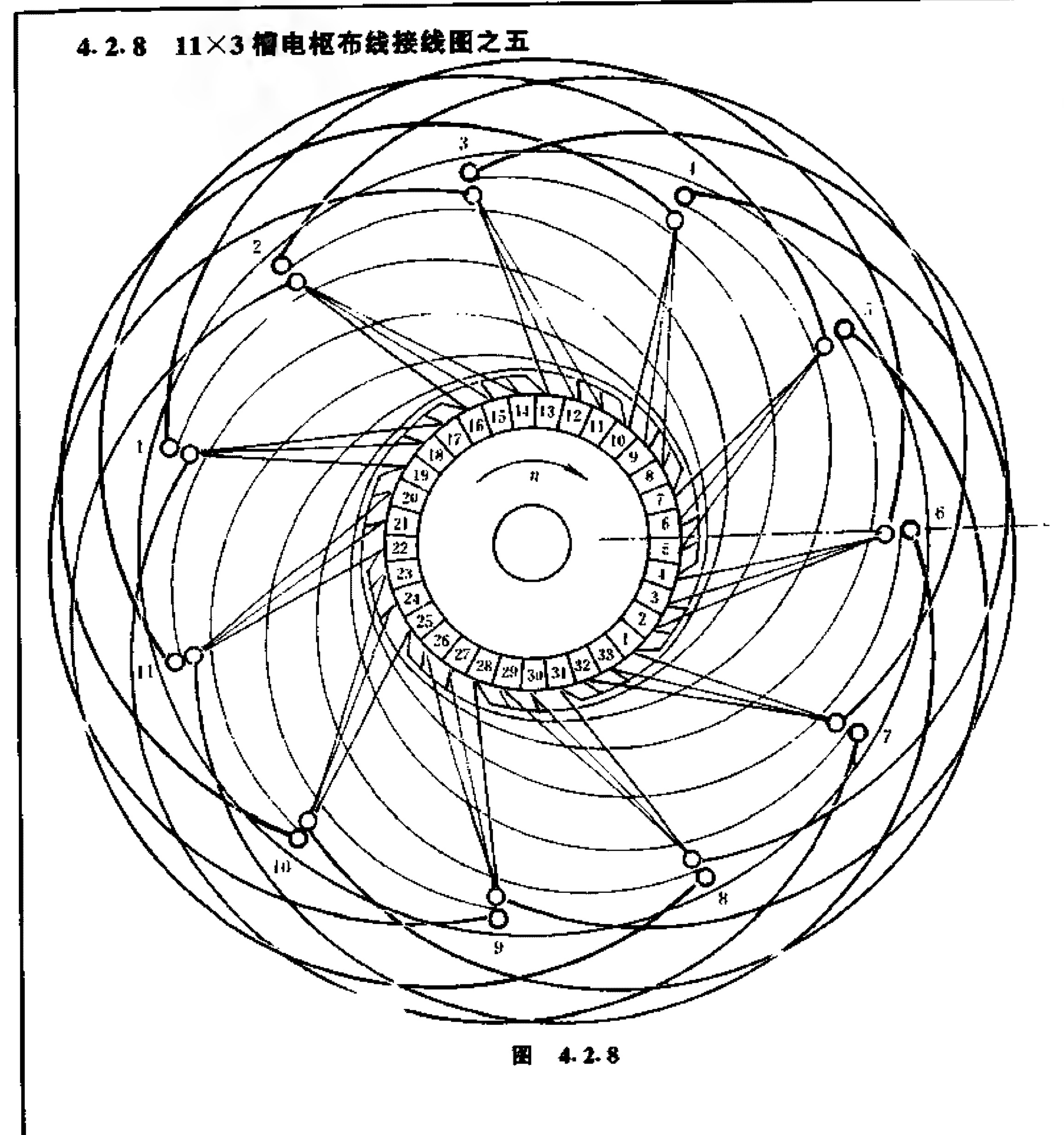


图 4.2.8

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=11$　　每槽元件 $n=3$

电机极数 $2p=2$　　实槽节距 $Y=1—6$

换向片数 $K=33$　　换向节距 $Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　　基准槽中心线与换向器云母片中心线重合，转子属 A 类结构。线圈以跨距槽为基准借偏，每槽所占 3 片换向片，n 片的中心在 2 号片，故绕组是以跨距槽向右借偏 3 片半接线；而槽中心线两侧换向片编号为 5、6，其余编号如图 4.2.8 所示。1 号槽元件接入 1、2、3 片，相对应的尾端从 6 号槽引出后分别接入片 2、3、4。其余接线类推。电枢线圈用手绕，嵌绕方法参考图 4.1.6。

3. 主要应用　　本例电枢应用于 G60/40、G40/40 等单相串励电动机转子。

4.2.9　12×2槽电枢布线接线图之一

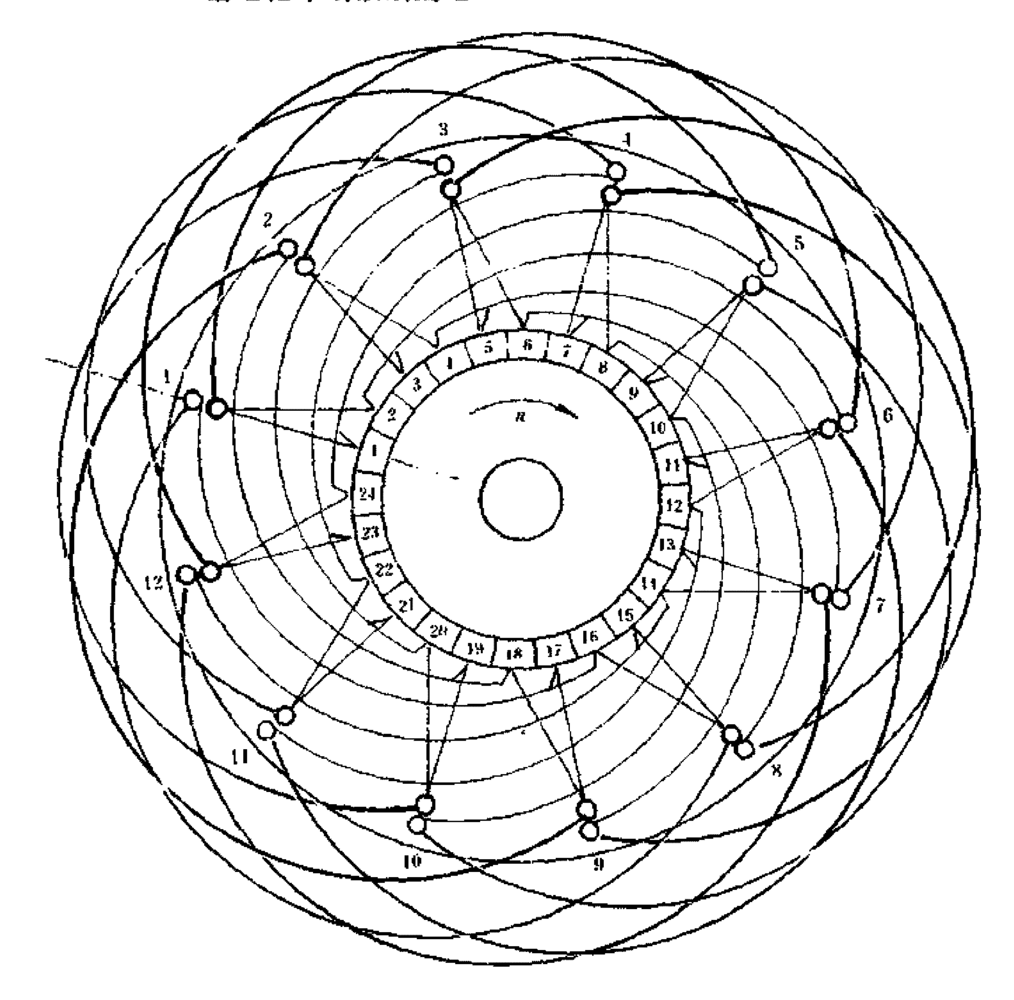


图　4.2.9

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=12$　　每槽元件　$n=2$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=1—6$

换向片数　$K=24$　　换向节距　$Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　　本例转子为B类结构，即始槽中心线与换向片中心线重合。线圈以始槽为基准借偏，因本绕组每槽占有换向片数$n=2$，其中心线在片1与2之间的云母片，故属始槽基准向右借偏半片接线。与1号槽中心线重合的换向片编为1号片，其余片号见图4.2.9。1号槽2元件接入1、2号换向片，其尾端从跨距槽6引出并对应分别接到2、3号换向片。其余接线类推。电枢线圈用2根导线并绕，嵌绕方法参考图4.1.7。

3. 主要应用　　本绕组应用于J1Z—10(24、36V)、J1Z—13(36V)手提电钻及79—40Y系列家用缝纫机用单相串励电动机转子。

4.2.10　12×2 槽电枢布线接线图之二

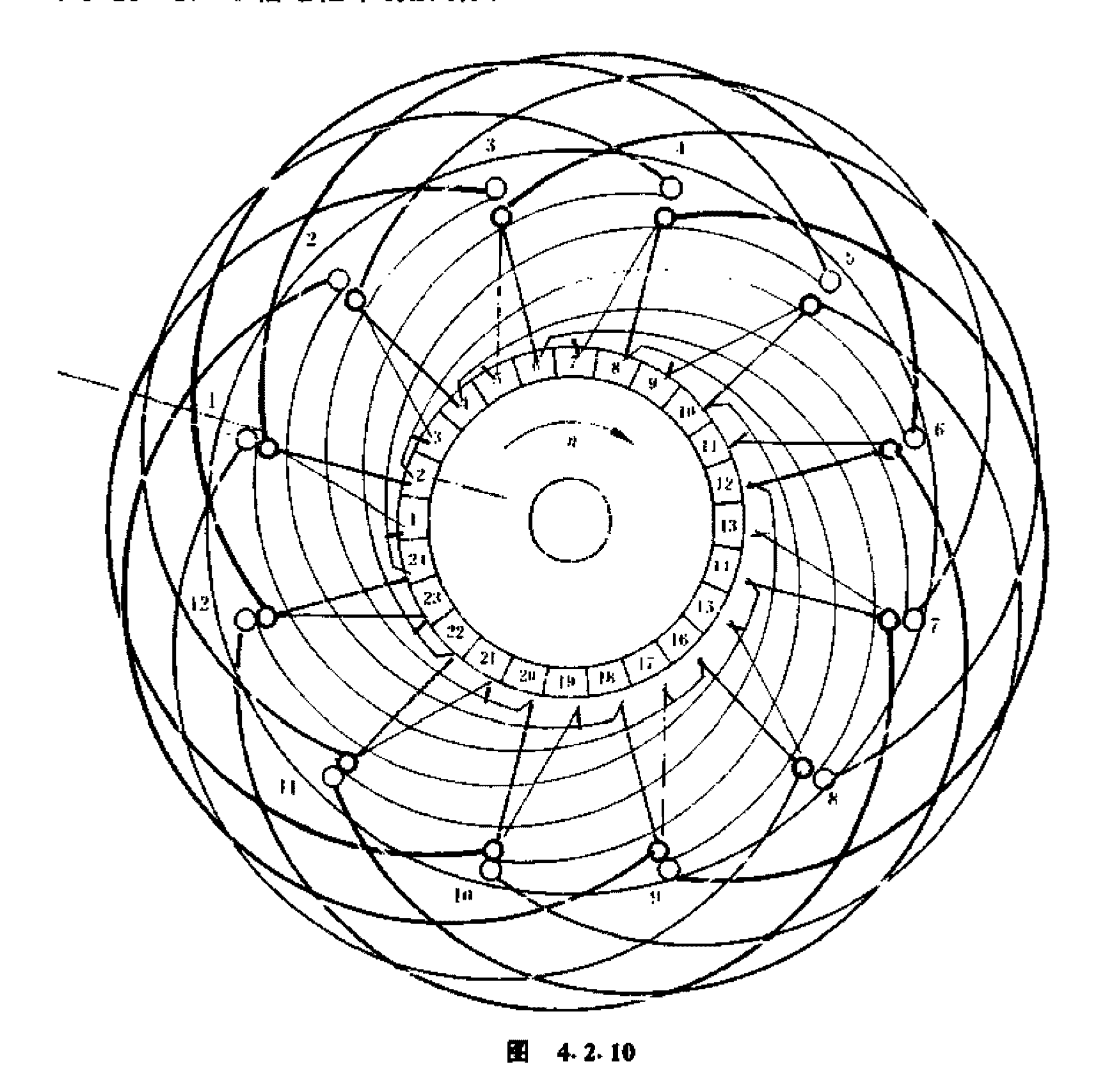


图　4.2.10

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=12$　　每槽元件　$n=2$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=1—6$

换向片数　$K=24$　　换向节距　$Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　　本绕组基准槽中心线与换向片中心线重合，属 B 类转子结构。线圈以始槽为基准借偏，而与基准线重合的换向片编号为 2，其余片号见图 4.2.10。1、2 槽之间的云母片是 n 片中心线，故本绕组是向左借偏半片接线，即槽 1 元件分别接到片 1、2 上，线圈跨至槽 6 后引出的元件尾端则分别对应接于换向片 2、3。其余接线类推。电枢线圈采用手绕，嵌绕方法参考图 4.1.7。

3. 主要应用　　本例电枢应用在单相串励电动机、火车用顶扇、船用壁扇等交直流两用电扇电动机的转子绕组。

4.2.11 12×2 槽电枢布线接线图之三

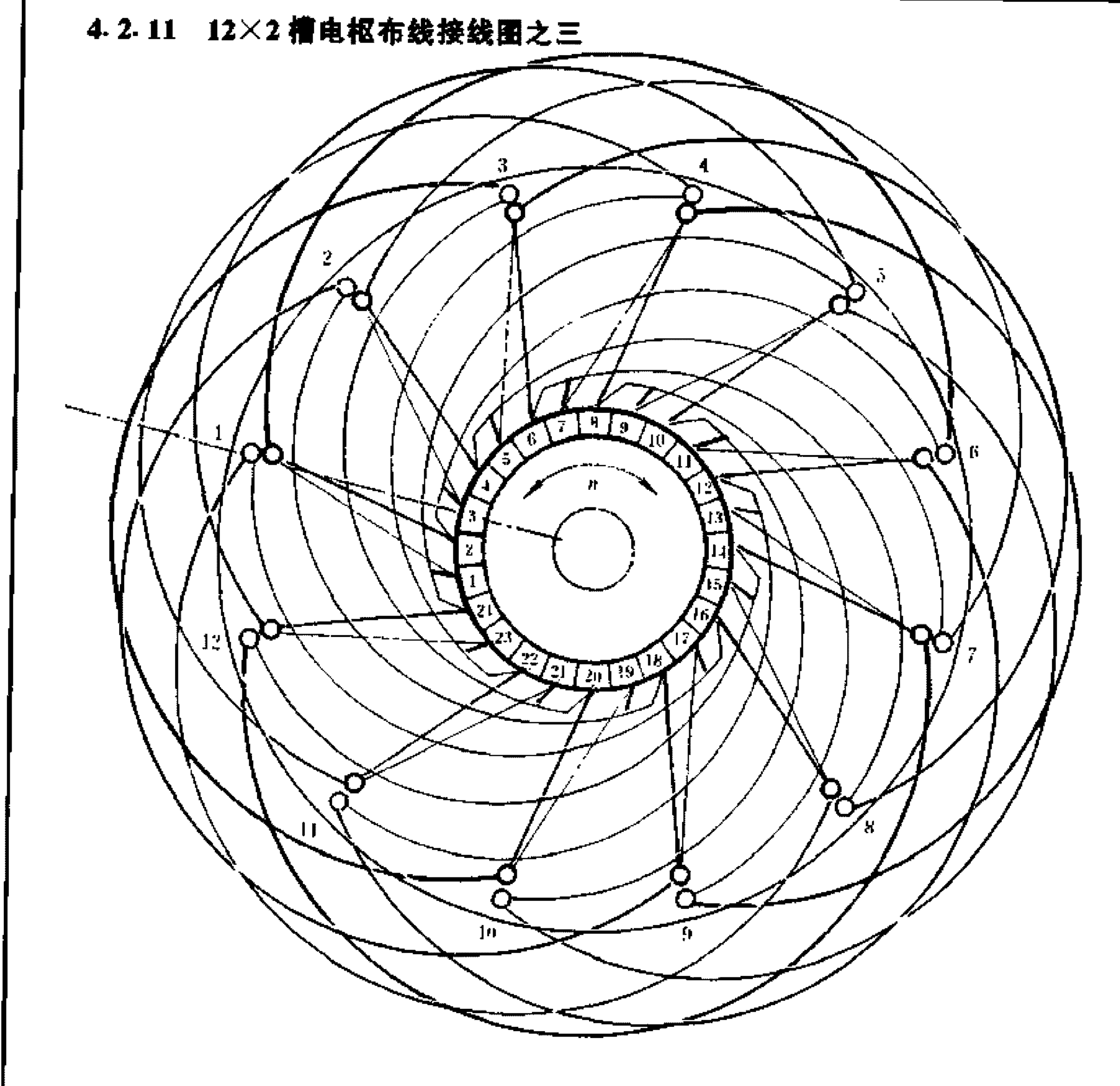


图 4.2.11

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=12$ 每槽元件 $n=2$

电机极数 $2p=2$ 实槽节距 $Y=1-6$

换向片数 $K=24$ 换向节距 $Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点 此转子是B类结构。始槽中心线与换向片中心线重合，并将该换向片编号为3，则其余换向片编号如图4.2.11所示。因每槽元件数 $n=2$，故 n 片中心线在1、2号片之间的云母片，所以线圈接线是以始槽基准向左借偏1片半接人换向器，即始槽1、2号元件分别接到换向片1、2，其线圈跨至槽6后，引出尾端则分别对应接到换向片2、3。其余类推。电枢常用2根导线并绕，手绕的方法参考图4.1.7。

3. 主要应用 本例应用实例有U40/36—(24D、110D)等单相串励电动机。

4.2.12　12×3 槽电枢布线接线图之一

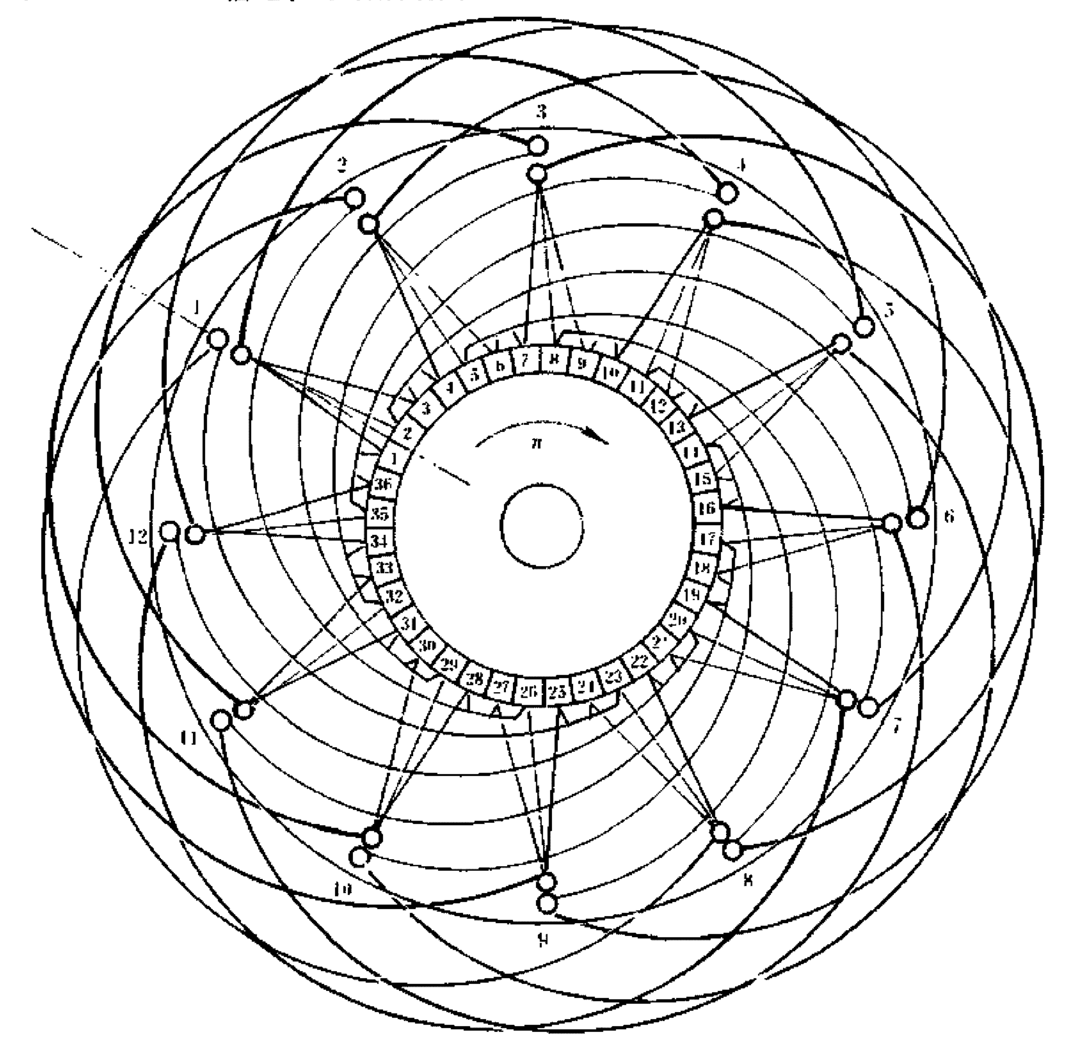


图　4.2.12

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=12$　　每槽元件　$n=3$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=1—6$

换向片数　$K=36$　　换向节距　$Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　　本例转子 1 号(始)槽中心线与换向器云母片中心线重合，属 A 类结构。线圈接线是以始槽为基准借偏；转子每槽元件数 $n=3$，n 片中心线在 2 号换向片，而始槽中心线两侧换向片编号为 1、2，则线圈是向右偏移半片接线，即使 1 号元件偏左半片接入换向器。接线时将始槽 3 根元件线头分别接到换向片 1、2、3；其线圈跨至槽 6 后的 3 根尾线分别对应引接到换向片 2、3、4。其余类推。电枢线圈用手绕，嵌绕方法参考图 4.1.7。

3. 主要应用　　本例绕组主要实用于较大的手提电钻，如 J1Z—10(110V、220V)、J1Z—13(110V、220V、240V)等电动机转子。

4.2.13　12×3 槽电枢布线接线图之二

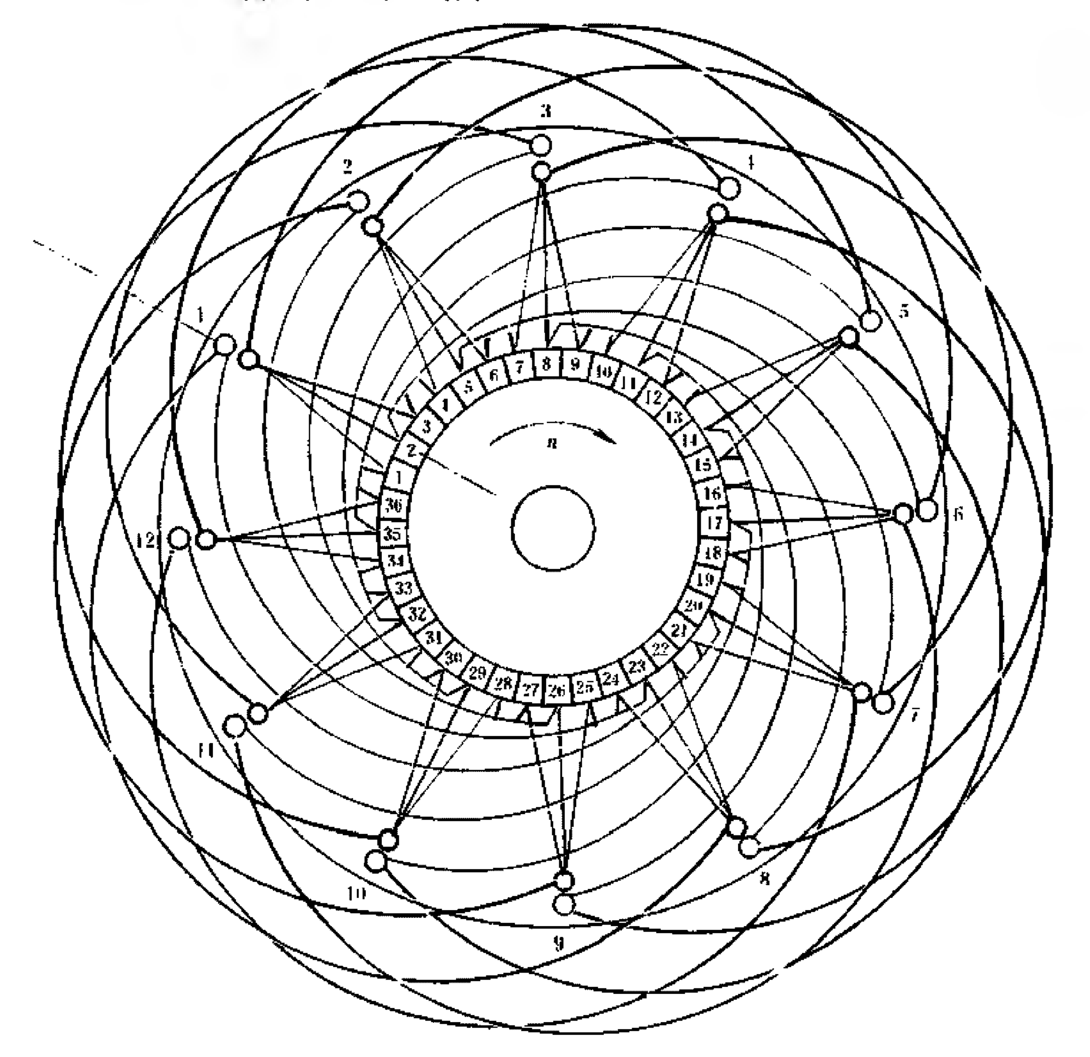


图　4.2.13

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=12$　　每槽元件　$n=3$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=1—6$

换向片数　$K=36$　　换向节距　$Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　　转子是 B 类结构，始槽中心线与换向片中心线重合。两中心线重合的换向片编为 2 号，而每槽元件数 $n=3$，则 n 片中心线也在 2 号片，即 n 片中心与始槽中心线重合(没有借偏)，属正对接线。始槽线圈 3 元件线头分别接入换向片 1、2、3；尾线由槽 6 引出，并分别对应接到换向片 2、3、4。其余线圈接线类推。电枢用 3 根导线并绕，手绕的方法参考图 4.1.7。

3. 主要应用　　本例绕组应用实例主要有 U30/40—220 型单相串励电动机转子电枢绕组。

4.2.14　12×3槽电枢布线接线图之三

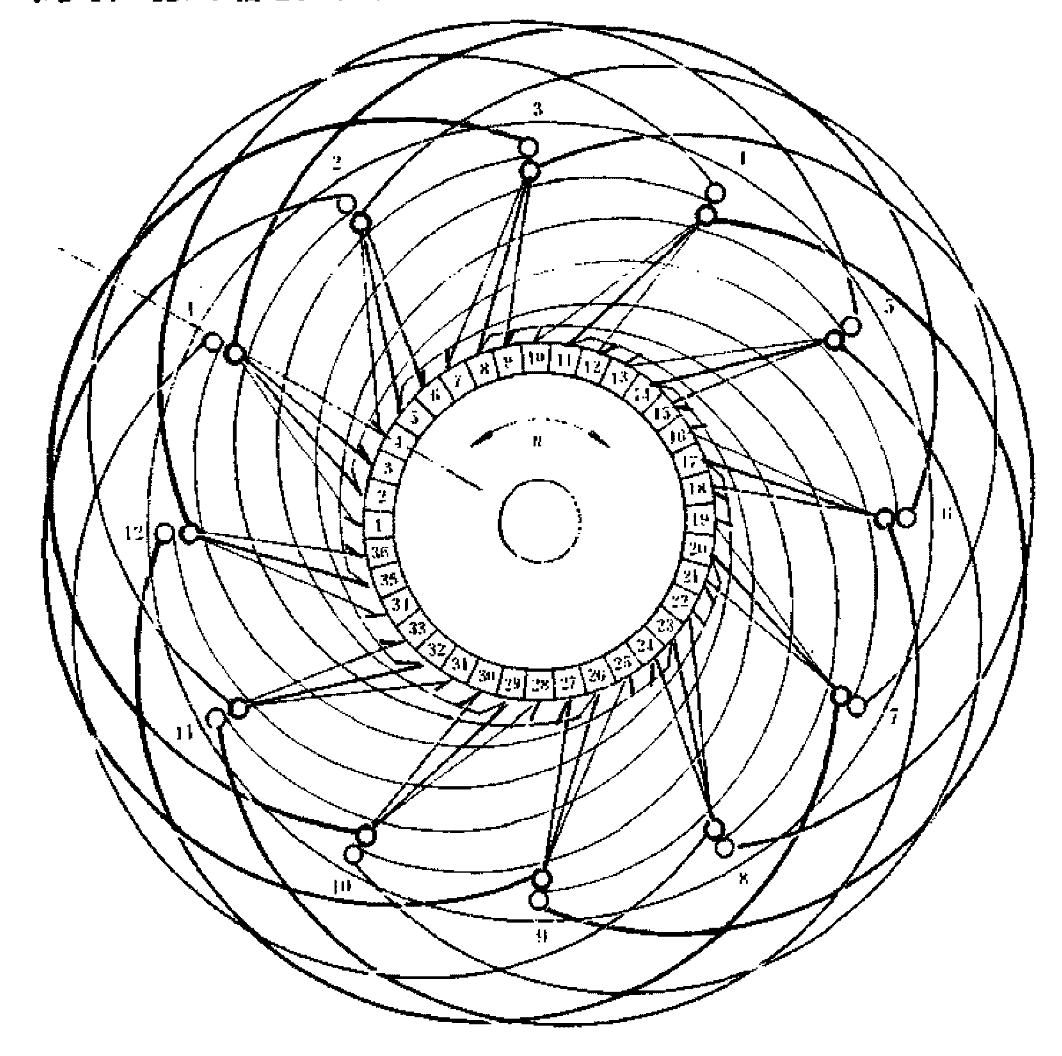


图　4.2.14

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=12$　　每槽元件　$n=3$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=1—6$

换向片数　$K=36$　　换向节距　$Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　　本例转子的换向片中心线与始槽中心线重合，是B类结构。被槽中心线穿过的换向片则编为4号，其余换向片编号如图所示。因每槽元件数$n=3$，n片中心在片2，故线圈接线是以始槽为基准向左借偏2片、实质1号片偏左3片。接线时始槽线圈3根线头分别接入换向片1、2、3的线槽；其尾线由跨距的槽6引出，并分别对应接入2、3、4片。其余接线类推。电枢手绕的方法参考图4.1.7。

3. 主要应用　　本绕组主要应用实例有U80/50—110D及U80/50—220D等单相串励电动机转子电枢。

4.2.15　15×2 槽电枢布线接线图

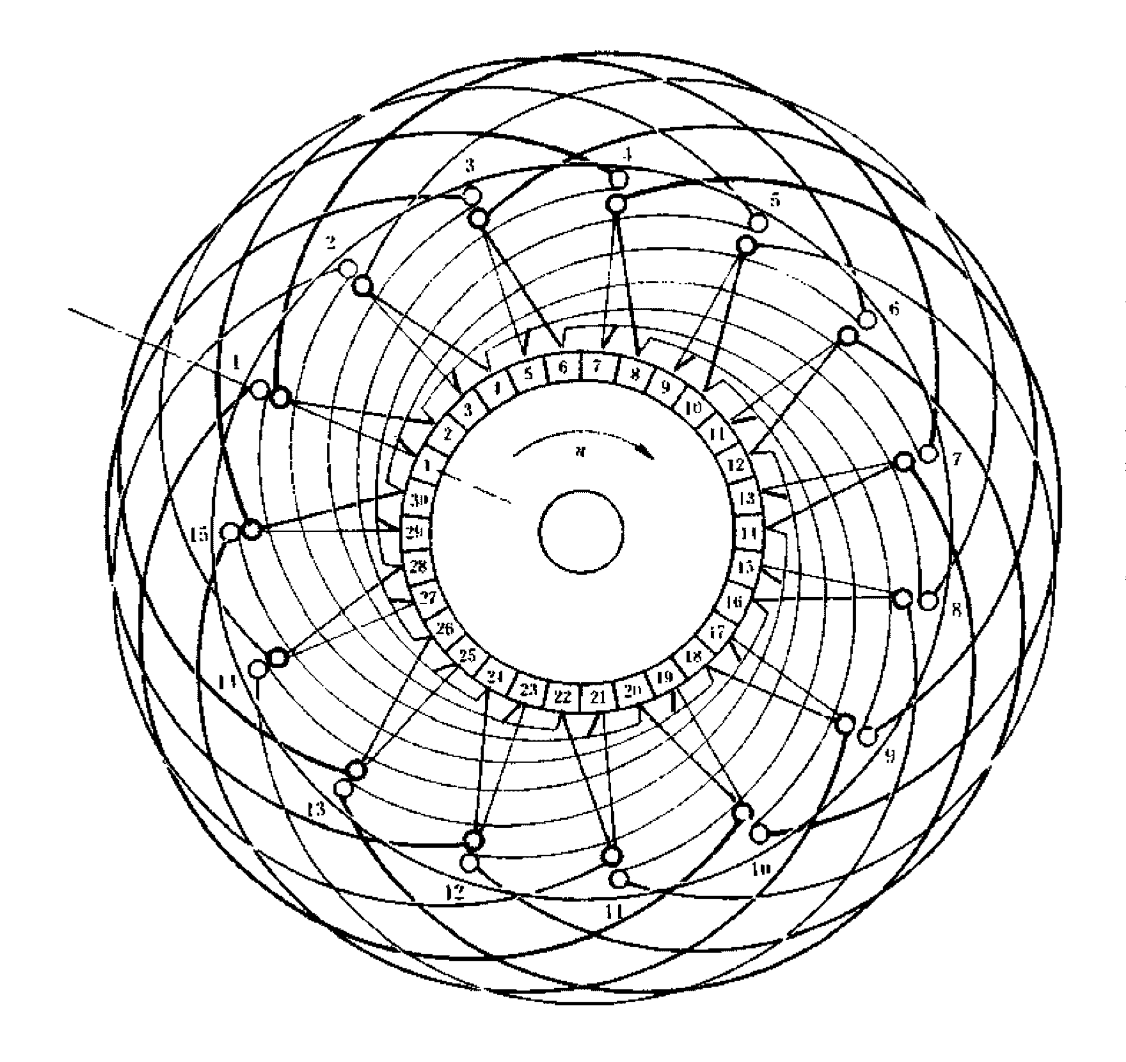


图　4.2.15

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=15$　　每槽元件　$n=2$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=1-7$

换向片数　$K=30$　　换向节距　$Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点　　该转子是 B 类结构，槽中心线与换向片中心线重合。1 号片在槽中心线上，其余换向片编号如图 4.2.15 所示。线圈以始槽为基准借偏，每槽片数 $n=2$，n 片中心在 1、2 片之间的云母片，故线圈是偏右半片接线，即 1 号元件正对始槽接入。接线时将始槽线圈 2 根线头分别接到换向器 1、2 号片，其尾线从跨距槽 7 引出，并分别对应接于换向片 2、3。其余线圈接线类推。电枢线圈用手绕，嵌绕方法参考图 4.1.9。

3. 主要应用　　本例绕组应用于较大的手提电钻，应用实例有 J1Z—19(110V)。

4.2.16 15×3 槽电枢布线接线图

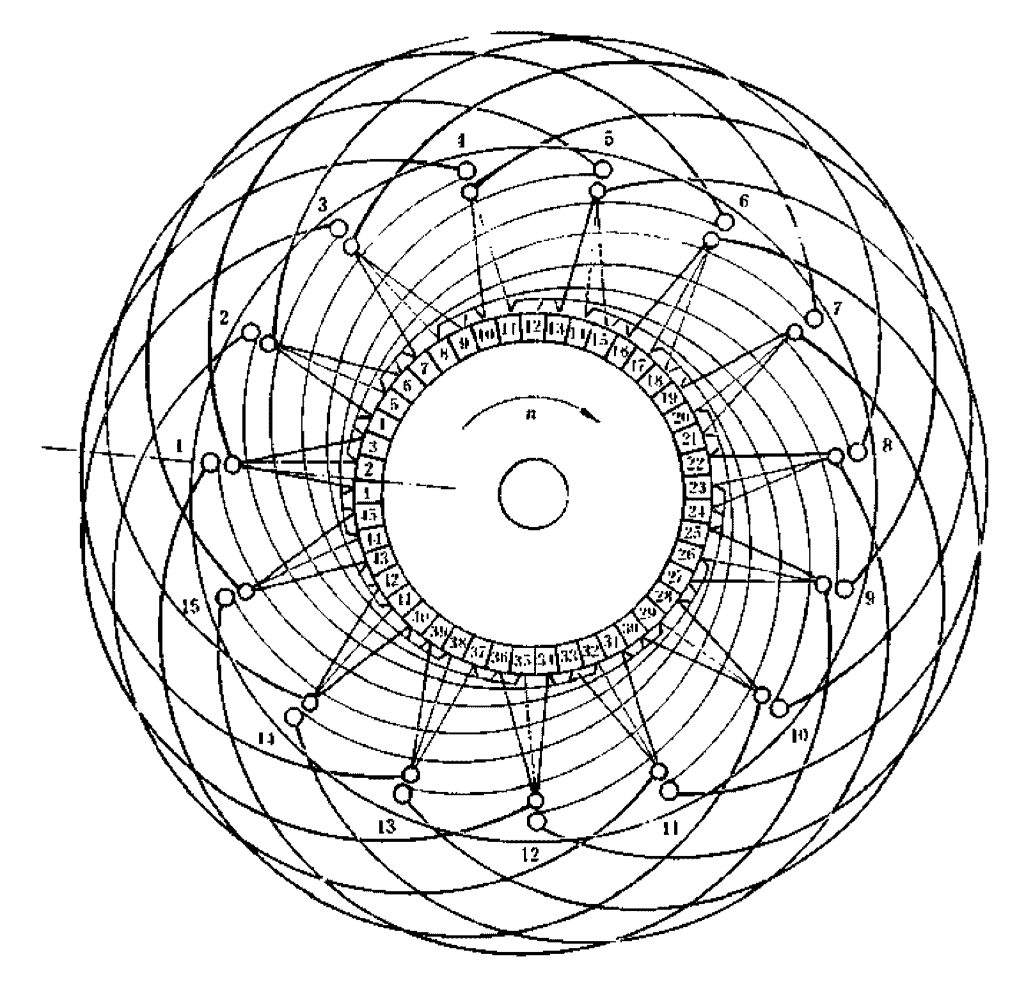


图 4.2.16

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=15$ 每槽元件 $n=3$

电机极数 $2p=2$ 实槽节距 $Y=1-7$

换向片数 $K=45$ 换向节距 $Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点 绕组的槽中心线与换向器云母片中心线重合，属A类结构的转子。始槽中心线两侧换向片编为1、2号，其余编号如图4.2.16所示。因每槽元件数 $n=3$，n 片中心线在2号片，即线圈以始槽为基准向右借偏半片接人换向器。接线时槽1线圈头端3根引线分别接到1、2、3片，线圈跨人槽7后，将尾端3根引线分别对应接人换向片2、3、4。其余接线类推。电枢线圈用手绕，嵌绕方法可参考图4.1.9。

3. 主要应用 本例电枢绕组主要用于较大的手提电钻电动机，应用实例有J1Z—19(220V)、J1Z—23(220V)等。

4.2.17 16×3 槽电枢布线接线图之一

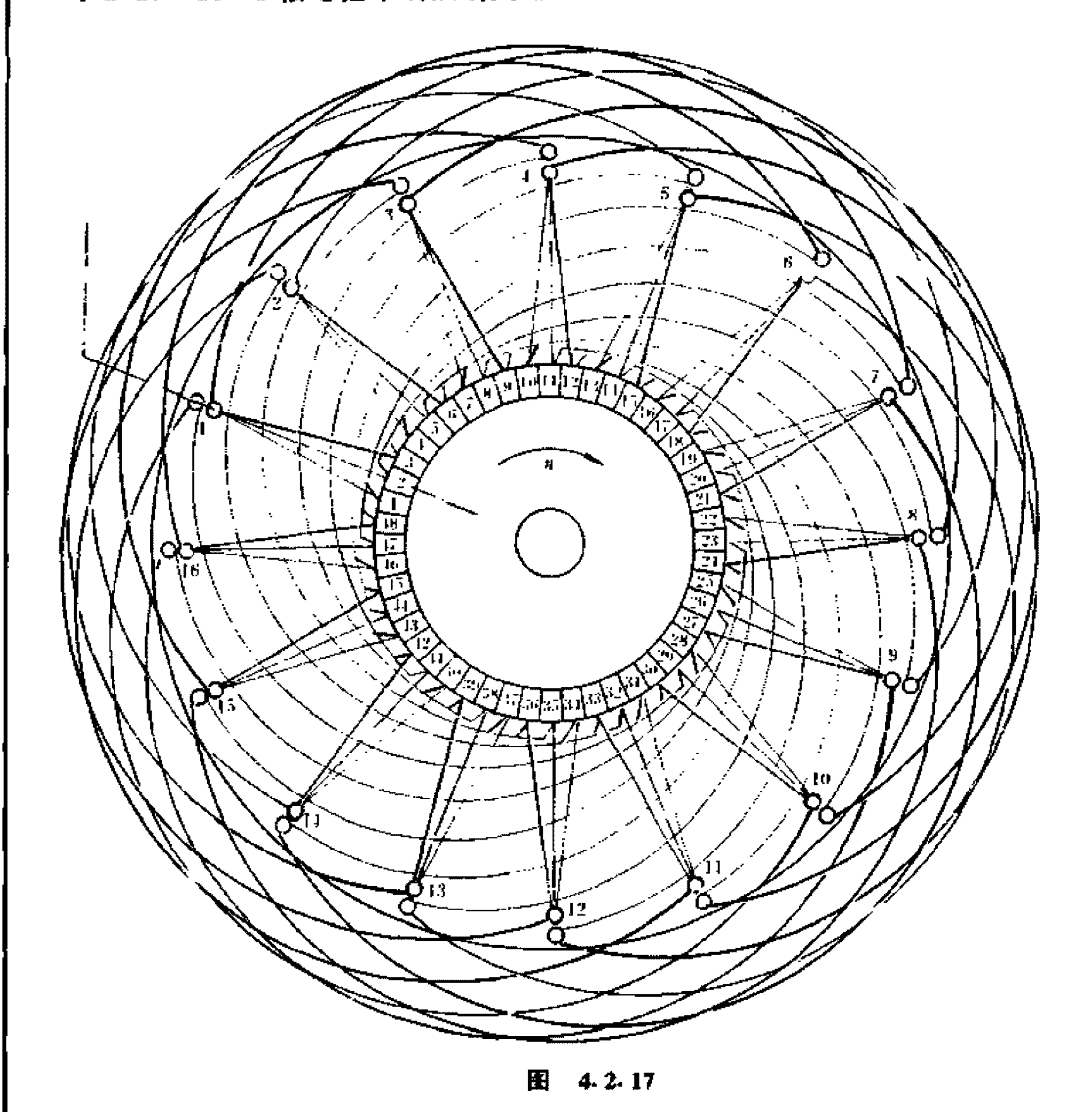


图 4.2.17

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=16$ 每槽元件 $n=3$

电机极数 $2p=2$ 实槽节距 $Y=1—8$

换向片数 $K=48$ 换向节距 $Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点 转子槽中心线与换向片中心线重合，是B类结构。转子铁心采用斜槽，槽中心线取自铁心中段，过槽口中点与转轴线平行的线为槽中心线。线圈以始槽为基准借偏，与始槽中心线重合的换向片编号为2，其余换向片编号如图所示。因每槽元件 $n=3$，n 片中心线在2号片，并与始槽中线重合，故属换向片正对接线，即始槽元件引线分别接人1、2、3片，跨距槽8的线圈3个线尾则分别对应接人换向片2、3、4。其余类推。电枢手绕嵌线方法见图4.1.10。

3. 主要应用 本例绕组主要应用于U120/40—220V、U180/40—220V等单相串励电动机电枢转子。

4.2.18　16×3槽电枢布线接线图之二

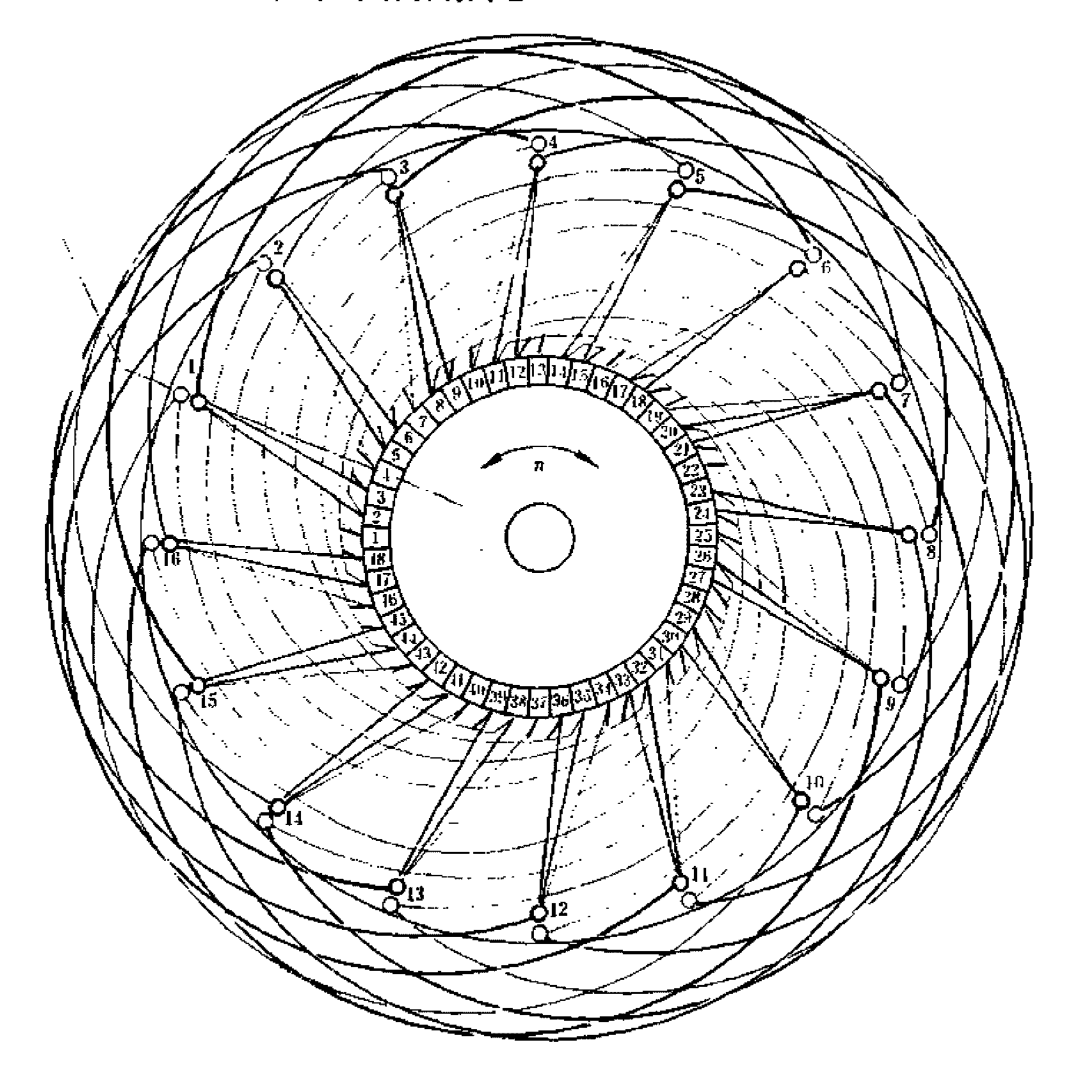


图　4.2.18

1. 绕组参数

转子槽数	$Z=16$	每槽元件	$n=3$
电机极数	$2p=2$	实槽节距	$Y=1—8$
换向片数	$K=48$	换向节距	$Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　本例转子是B类结构，槽中心线与换向片中心线重合，并采用斜槽铁心，槽中心线取自铁心中段，过槽口中点与转轴线平行的线为槽中心线。线圈以始槽为基准借偏，并把与始槽中心线重合的换向片定为4号，其余编号如图所示。因n片中心在片2，故始槽线圈是向左借偏2片接线，即1号槽3元件分别接到换向片1、2、3；线圈跨至槽8后，对应的元件线尾分别接人2、3、4片。其余线圈接线类推。电枢手绕方法参考图4.1.10。

3. 主要应用　本例绕组主要应用于老系列单相串励电动机，应用实例有SU--1、SU--2等。

4.2.19　19×2槽电枢布线接线图之一

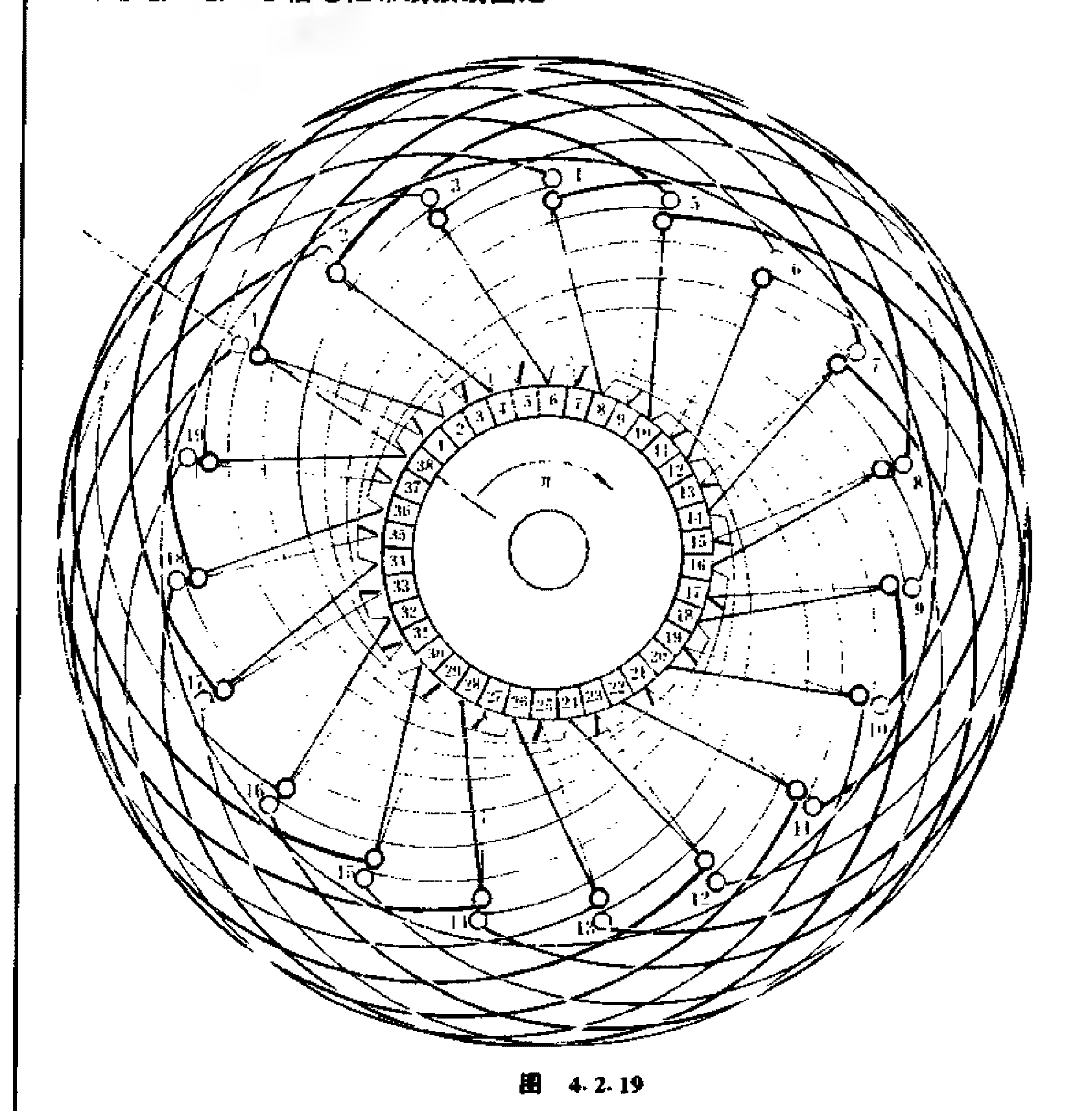


图　4.2.19

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=19$　　每槽元件　$n=2$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=1-10$

换向片数　$K=38$　　换向节距　$Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点　　转子槽中心线与换向片中心线重合，属B类结构。拟将两中心线重合所在换向片编号为38，则其余片号如图4.2.19所示。本例线圈以始槽为基准借偏，n片中心在1、2号片之间的云母片中，即1号槽线圈接线是向右借偏1片半。接线时将始槽2线头分别接到换向片1、2，线圈跨距至槽10后，两线尾则引接到换向片2、3。其余线圈接线按此类推。电枢线圈用手绕，嵌线方法参考图4.1.11。

3. 主要应用　　本例绕组主要应用于ϕ90mm冲片的电动工具用电动机电枢转子，应用实例有J1Z—23/32双速电钻、S1S2—150砂轮机、S1MJ2—180角向磨光机等。

4.2.20　19×2 槽电枢布线接线图之二

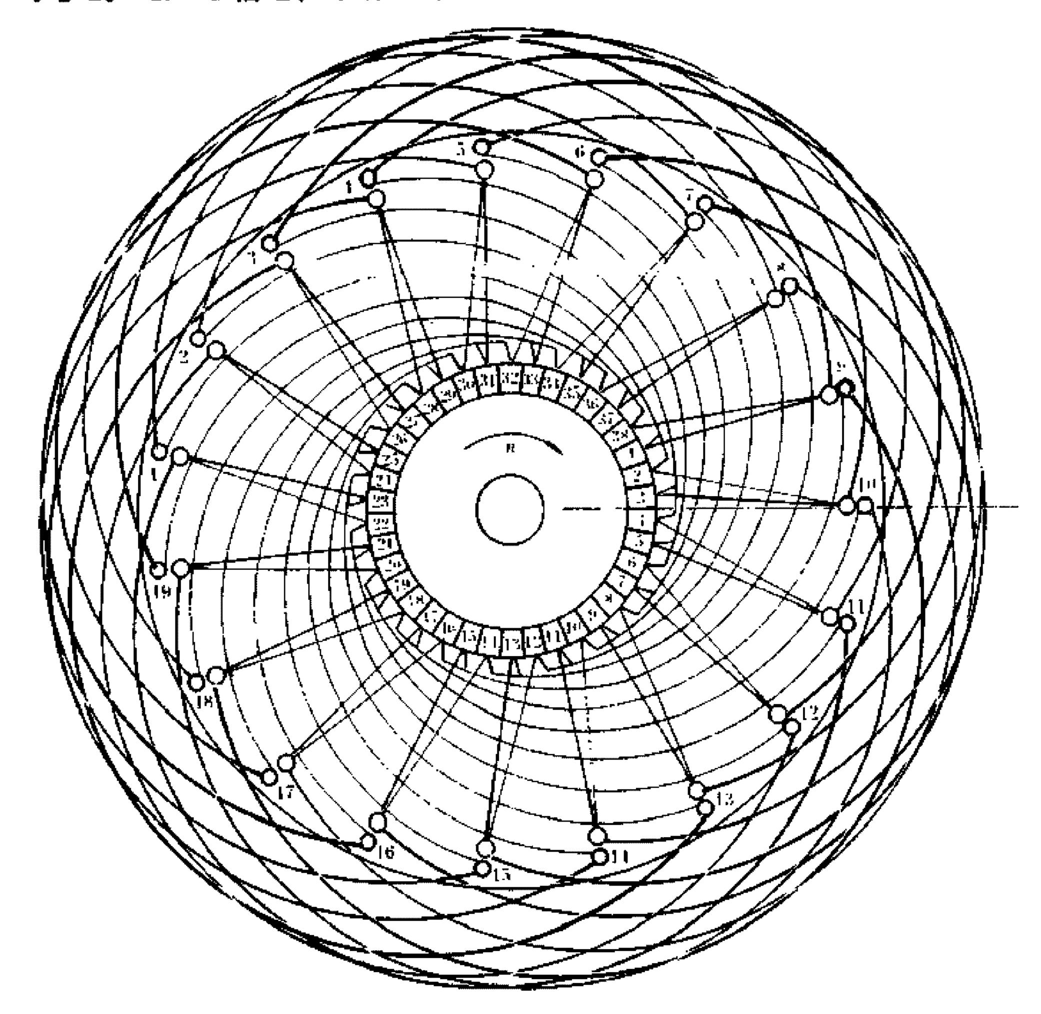


图　4.2.20

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=19$　每槽元件　$n=2$

电机极数　$2p=2$　实槽节距　$Y=1-10$

换向片数　$K=38$　换向节距　$Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点　　转子槽中心线与换向器云母片中心线重合，是 A 类结构。始槽中心线两侧换向片分别编号为 3、4，其余片号如图所示。本例线圈是以跨距槽为基准借偏，每槽元件数 $n=2$，n 片中心线在换向片 1、2 之间的云母片，即线圈以跨距槽 10 为基准向左借偏 2 片接线。接线时，始槽 1 的两元件线头分别引接到跨距槽下的换向片 1、2，跨距槽 10 的两线尾分别对应接入换向片 2、3。其余接线类推。电枢线圈用手绕，嵌绕方法参考图 4.1.11。

3. 主要应用　　本绕组主要用于 G 系列单相串励电动机转子，实例有 G250/40 等。

4.2.21 19×2 槽电枢布线接线图之三

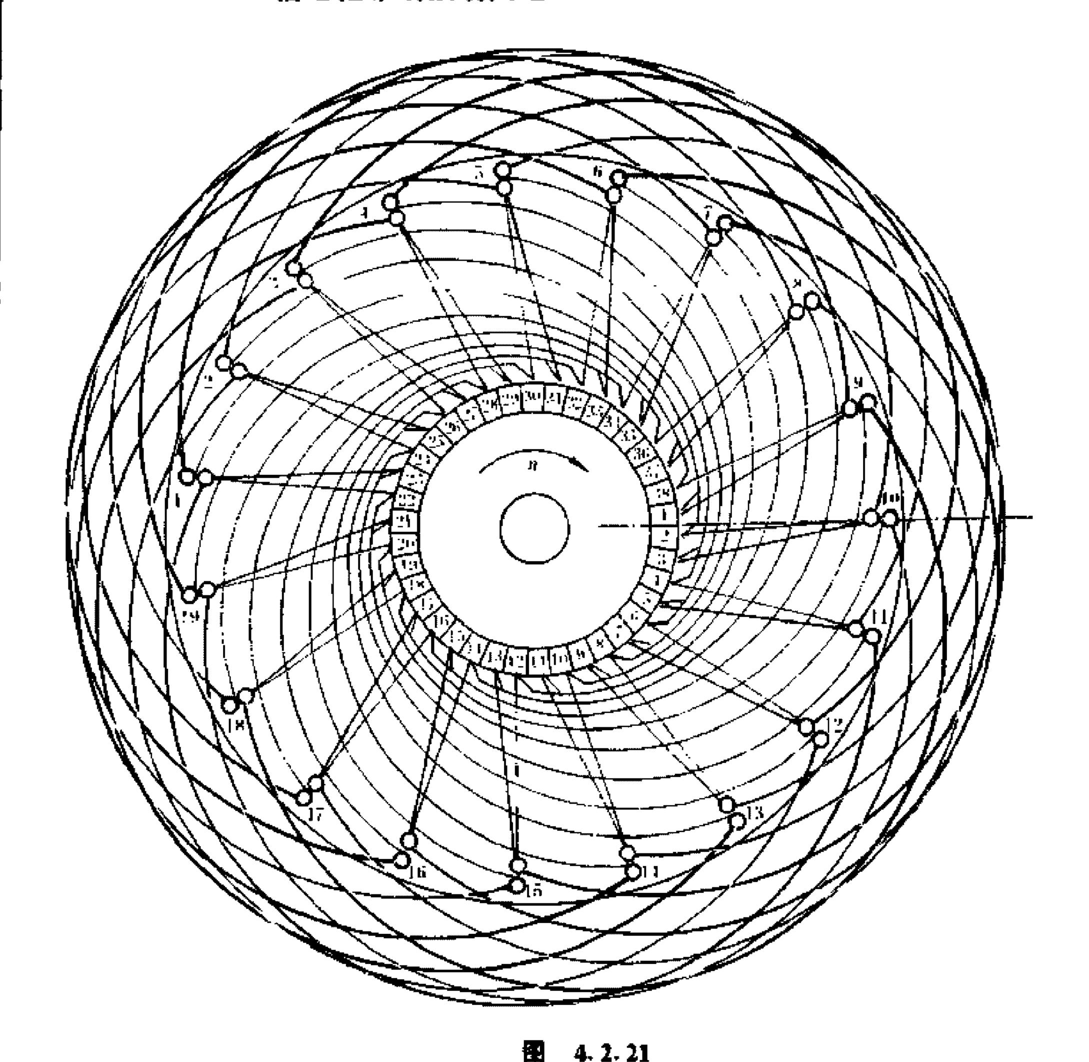


图 4.2.21

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=19$　　每槽元件 $n=2$

电机极数 $2p=2$　　实槽节距 $Y=1—10$

换向片数 $K=38$　　换向节距 $Y_K=1—2$

2. 结构及嵌接特点　　转子为A类结构。槽中心线与云母片中心线重合，跨距槽10的中心线两侧换向片编号为1、2，其余编号如图所示。本绕组每槽元件数为2，n片中心在1、2号片之间的云母片，若以跨距槽为基准借偏，则本例属正对接线。始槽1的元件头端分别接入片1、2，其尾端从跨距槽10引出后也分别对应接在换向器的片2、3。其余类推。电枢线圈用手绕，嵌绕方法参考图4.1.11。

3. 主要应用　　此绕组主要应用于单相串励电动机电枢转子，实例有G120/40等。

4.2.22　19×2 槽电枢布线接线图之四

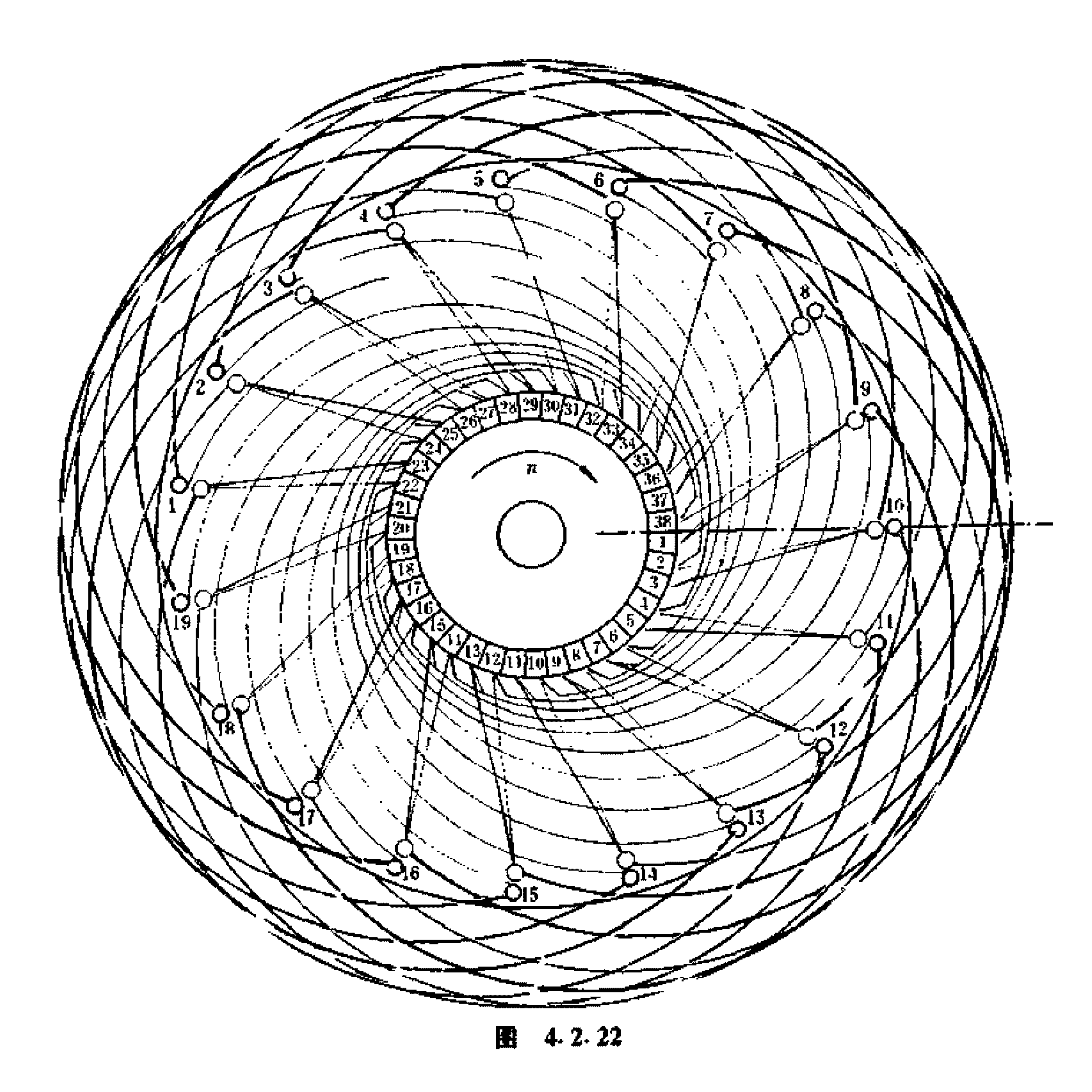


图　4.2.22

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=19$　　每槽元件　$n=2$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=1-10$

换向片数　$K=38$　　换向节距　$Y_K=1-2$

2. 结构及嵌接特点　　本例是A类结构，槽中心线与换向片中心线重合。始槽中心线两侧换向片编号为38、1号，其余片号如图所示。本绕组是以跨距槽为基准借偏，n 片中心在片1、2之间的云母片，故线圈是向右借偏1片接线。始槽元件线头分别接入换向器1、2号片，线圈跨节距从槽10引出的元件线尾则分别对应接到2、3号换向片。其余线圈接线按此类推。电枢线圈用手绕，嵌绕方法参考图4.1.11。

3. 主要应用　　本绕组主要用于G系列单相串励电动机电枢转子，应用实例有G180/40等。

第5章　三相变极电动机绕组布线接线图

三相变极电动机又称变速电动机，是异步电机的一种特殊型式。它是通过外部接线来改变转速，绕组有两种形式：一是定子分层安置两套不同极数，且完全独立的三相绕组；另一是采用一套特殊的变极绕组。本章布接线图例为后者，故又称单绕组变极电动机，是目前主要应用的变速形式。它具有调速简单、工作可靠，绕制方便等优点而被广泛应用于机床、起重、电梯、纺织等工业生产中的变速拖动。

单绕组变极电动机可用单层或双层绕组，但为了便于选用线圈节距，合理调节绕组参数以取得较好的电气性能，故目前的变极电机产品均采用双层叠绕组。因此，其布线型式和嵌绕工艺都与普通双叠绕组相同，各参数意义可参考双叠绕组，此处从略。单绕组变极电动机有双速和多速，变极的方法有反向法、换相法和双节距法几种，多速是在双速变极原理的基础上通过特定的机外接线取得。

变极绕组每相的线圈组数可以不相等，每组线圈数也可不相等，但每相线圈的总数及变极组数（两引出线端间所包含的线圈称"变极组"，如图5.1.1中4U—2U之间的线圈13、14、15、16为一变极组）则必须相等；而且变极时每相总有一半线圈电流要反向，故常出现庶极接法。为了便于掌握绕组线圈在改接变极时的极性（电流方向），本章例图除提供端面模拟布接线图外，还画出绕组变极接线原理及端子接线图。为了便于理解，原理图选用单路或并联路数较少的接法绘制，其中线圈号以上层边所在槽号表示，并取顺时针走向的电流为"＋"；逆时走向为"－"，并标示在线圈号上方。

本章所选范例包括双速和三速电动机，除个别用于改绕实例外，其余均是国产产品变速电动机的布接线实例。

5.1　4/2极双速绕组

单绕组4/2极是使用较普遍的双速电动机。2极时采用正规分布60°相带绕组，反向法取得4极。根据不同输出特性可以有多种接线方法，但产品中主要采用布接线较为简便的△/2丫接法；个别非正规产品也有用2丫/2丫接线的。此外，为了获得两种转速下要求出力都较高的恒功率输出，改绕时也有选用换相变极"正弦"布线的$\blacktriangle$/$\blacktriangle$接法。

5.1.1 24槽4/2极△/2Y双速绕组布线接线图之一

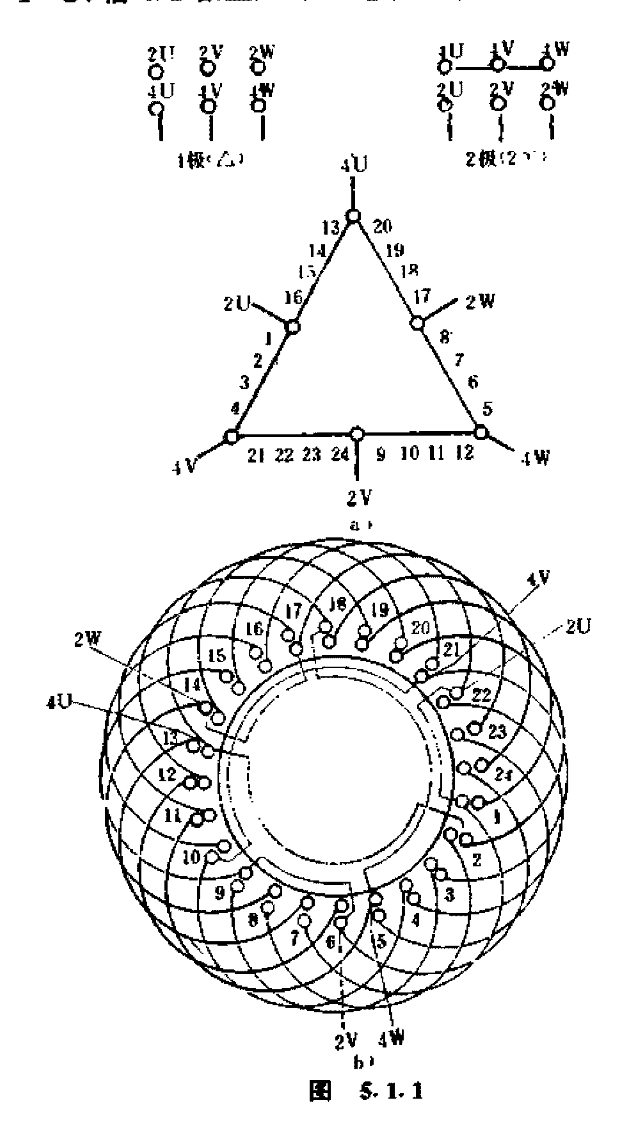


图 5.1.1

1. 绕组参数

定子槽数$Z=24$　总线圈数$Q=24$　分布系数 $K_{d1}=0.83$　$K_{d2}=0.96$

电机极数 $2p=4/2$　线圈组数 $u=6$　节距系数 $K_{p1}=1.0$　$K_{p2}=0.707$

绕组接法△/2Y　每组圈数 $S=4$　绕组系数 $K_{dp1}=0.83$　$K_{dp2}=0.68$

线圈节距　$Y=6$

2. 绕组排列　排列表是构成双速绕组的依据。本例24槽4/2极绕组排列表如下：

表 5.1.1(a)　24槽4/2极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2　极	U	U	U	U	−W	−W	−W	−W	V	V	V	V
4　极	U	U	U	U	W	W	W	W	V	V	V	V
反向指示					*	*	*	*				

槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2　极	−U	−U	−U	−U	W	W	W	W	−V	−V	−V	−V
4　极	U	U	U	U	W	W	W	W	V	V	V	V
反向指示	*	*	*	*					*	*	*	*

3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为6。嵌线顺序见下表：

表 5.1.1(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13		14		15		16		17	
	上层								3		4		5		6		7		8		9		10		11

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	18		19		20		21		22		23		24		1		2							
	上层		12		13		14		15		16		17		18		19		20	21	22	23	24	1	2

4. 特点及应用　本例为倍极比正规分布方案。绕组以2极为基准排出，反向得4极；绕组为每组等元件分布，且线圈组数少，接线简便；变极时具有反转向可变转矩特性。主要应用实例有YD—90S—4/2等。

5.1.2　24 槽 4/2 极△/2 Y 双速绕组布线接线图之二

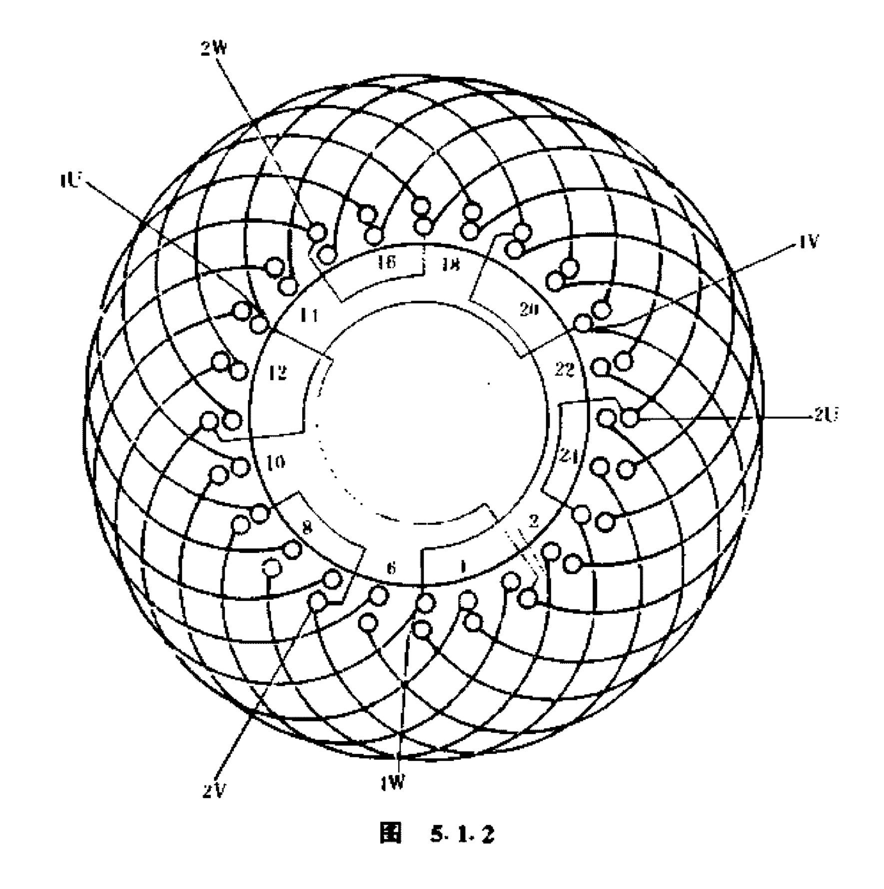


图　5.1.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　总线圈数 $Q=24$　分布系数 $K_{d4}=0.83$　$K_{d2}=0.96$

电机极数 $2p=4/2$　线圈组数 $u=6$　节距系数 $K_{p4}=0.966$　$K_{p2}=0.79$

绕组接法 △/2 Y　每组圈数 $S=4$　绕组系数 $K_{dp4}=0.802$

线圈节距 $Y=7$　$K_{dp2}=0.76$

2. 绕组排列　本例为 24 槽 4/2 极双速绕组，并以 60°相带的 2 极为基准，部分线圈反向为 120°相带得 4 极。绕组排列表同表 5.1.1a。

3. 嵌线方法　嵌线采用交叠法，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

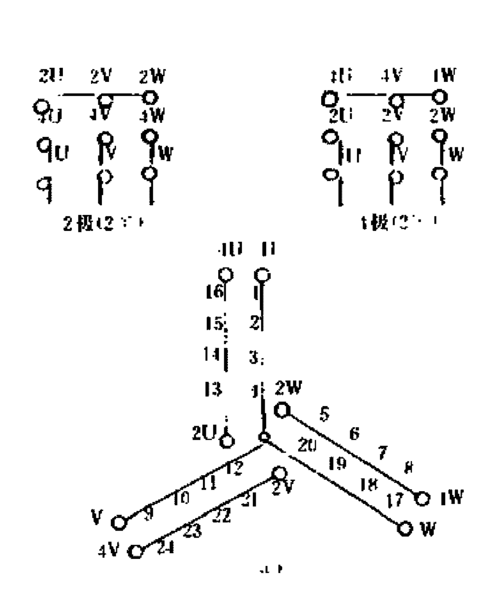
表 5.1.2(a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	24	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12		13		14		15
	上层									24		1		2		3		4		5		6		7	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		16		17		18		19		20		21		22		23								
	上层	8		9		10		11		12		13		14		15		16	17	18	19	20	21	22	23

4. 特点及应用　本方案是倍极比正规分布双速绕组，4 极为庶极，是以 2 极为基准同反向法排出，绕组排列表和接线原理均同图例 5.1.1；唯选用的线圈节距较上例长一槽，使 2 极时节距系数略增而 4 极稍减，两种极数下的绕组系数较接近。本绕组的线圈组均由 4 联组构成，接线时可根据图 5.1.1 的接线原理图按一路△形进行连接，并引出三个顶点端线 4U、4V、4W 和三个中段抽头 2U、2V、2W。

本绕组采用△/2 Y 接线，适用于要求可变转矩输出特性的负载，其转矩比 $T_4/T_2=1.82$，功率比 $P_4/P_2=0.913$。主要应用实例有 Y 系列双速电动机 YD802—4/2 等。

5.1.3 24槽4/2极2Y/2Y双速绕组布线接线图



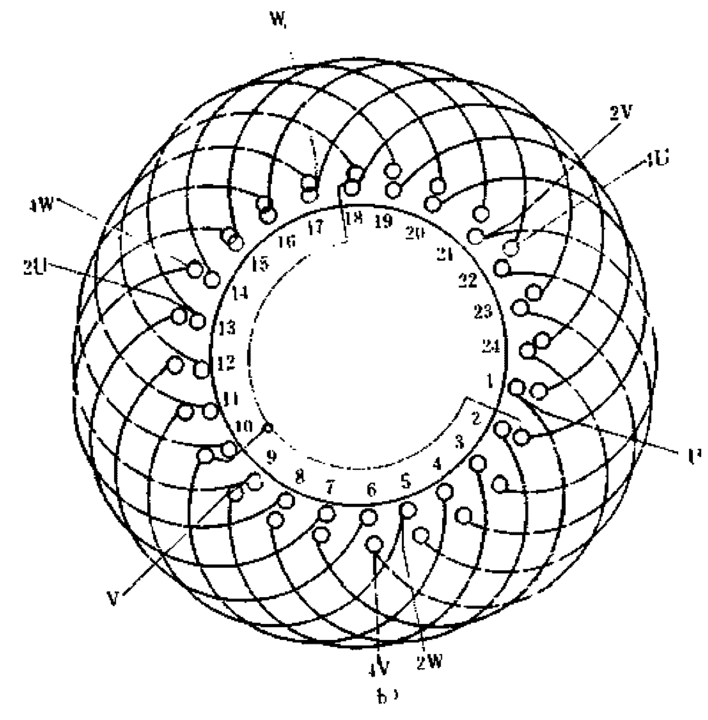


图 5.1.3

1. 绕组参数

定子槽数$Z=24$　总线圈数$Q=24$　分布系数$K_{d4}=0.83$　$K_{d2}=0.96$

电机极数$2p=4/2$　线圈组数$u=6$　节距系数$K_{p4}=1.0$　$K_{p2}=0.707$

绕组接法 2Y/2Y　每组圈数$S=4$　绕组系数$K_{dp4}=0.83$　$K_{dp2}=0.68$

线圈节距$Y=6$

2. 绕组排列　绕组排列表同表5.1.1a。

3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，嵌线顺序参考表5.1.1b。

4. 特点及应用　本例为倍极比变极，绕组排列同上例，但节距短一槽，且接线采用2Y/2Y连接；适用于恒功率输出场合，输出比$P_4/P_2=2.44$，转矩比$T_4/T_2=1.22$。绕组为反转向变极方案。目前无产品，仅供改绕参考。

5.1.4 36 槽 4/2 极△/2 丫双速绕组布线接线图之一

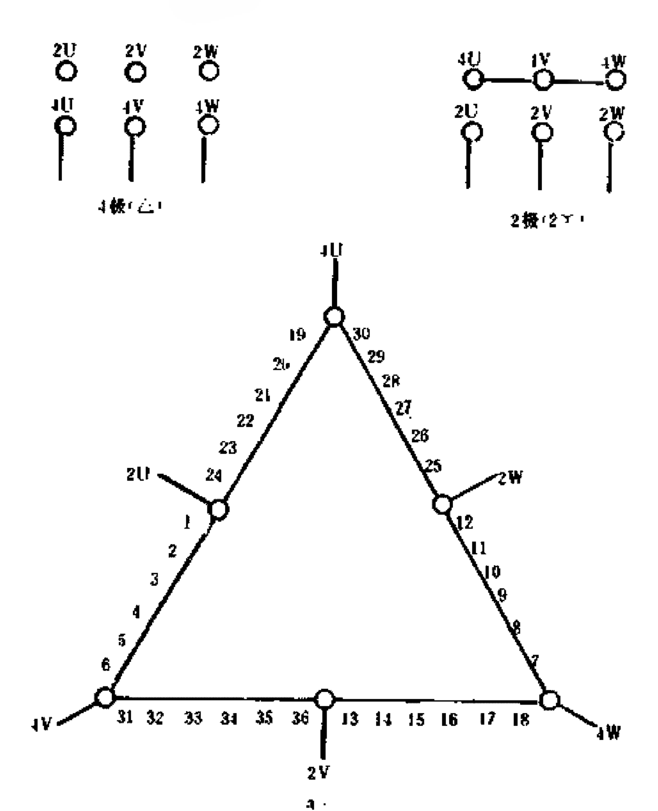


图 5.1.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　　线圈节距 $Y=9$

电机极数 $2p=4/2$　　分布系数 $K_{d4}=0.83$

$K_{d2}=0.956$

绕组接法 △/2Y

总线圈数 $Q=36$　　节距系数 $K_{p4}=1.0$

$K_{p2}=0.707$

线圈组数 $u=6$

每组圈数 $S=6$　　绕组系数 $K_{dp4}=0.83$

$K_{dp2}=0.676$

2. 绕组排列　　本例2极为常规60°相带绕组，部分线圈反向得4极。双速排列表如下

表 5.1.4(a)　36槽4/2极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2　极	U	U	U	U	U	U	-W	-W	-W	-W	-W	-W
4　极	U	U	U	U	U	U	W	W	W	W	W	W
反向指标							*	*	*	*	*	*
槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2　极	V	V	V	V	V	V	-U	-U	-U	-U	-U	-U
4　极	V	V	V	V	V	V	U	U	U	U	U	U
反向指标							*	*	*	*	*	*
槽　号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
2　极	W	W	W	W	W	W	-V	-V	-V	-V	-V	-V
4　极	W	W	W	W	W	W	V	V	V	V	V	V
反向指标							*	*	*	*	*	*

3. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为9。嵌线顺序见下表：

表 5.1.4(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14		15		16		17
	上层											4		5		6		7	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		18		19		20		21		22		23		24		25		26
	上层	8		9		10		11		12		13		14		15		16	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		27		28		29		30		31		32		33		34		35
	上层	17		18		19		20		21		22		23		24		25	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		36		1		2		3										
	上层	26		27		28		29		30	31	32	33	34	35	36	1	2	3

4. 特点及应用　　本例是倍极比正规分布，△/2Y接法的双速绕组。每相由2个六联组构成，2极为60°相带显极布线，两组之间极性相反；将其中一半线圈组反向获得120°相带(庶极)的4极绕组，即4极时所有线圈极性相同，并用一路△形连接，如图5.1.4a所示。绕组引出线6根，低速档的三相中间抽头的端线2U、2V、2W空置不接，电源从4U、4V、4W进入；高速档则将4U、4V、4W连成星点，接为2Y，电源从2U、2V、2W接人。变极时两种转速下的转向相反。

电动机具有可变转矩的输出特性，转矩比 $T_4/T_2=1.06$，输出比 $P_4/P_2=1.84$。绕组每组为等元件数，且组数少，接线方便，唯绕组系数稍低，是电动机产品常用型式。应用实例有YD160L—4/2、JDO3—140M—4/2、JDO2—51—4/2等。

5.1.5 36槽4/2极△/2Y双速绕组布线接线图之二

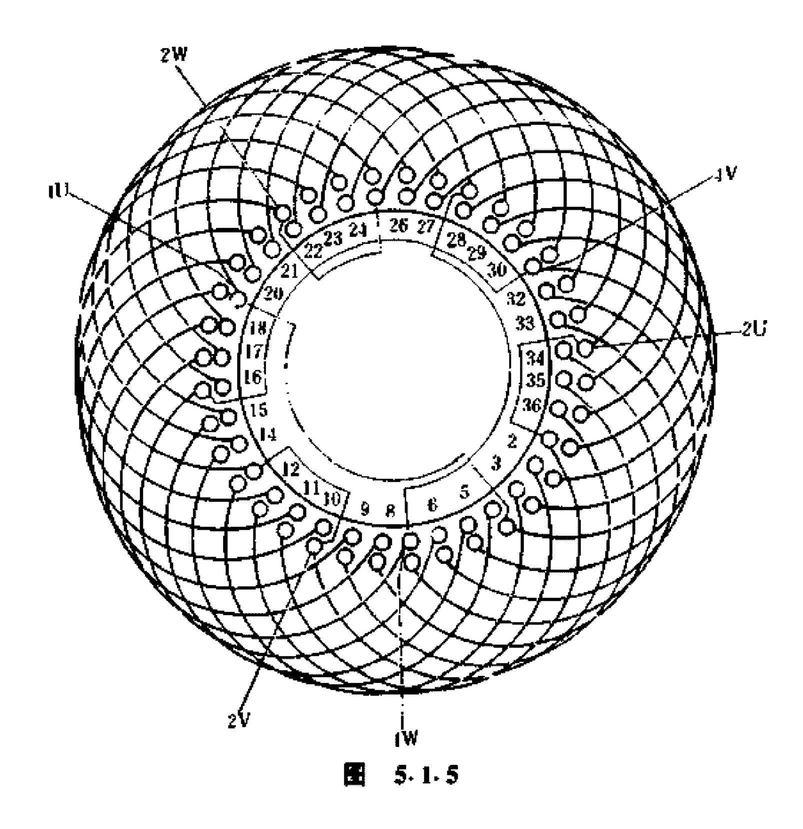


图 5.1.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　　线圈组数 $u=6$　　节距系数 $K_{p4}=0.985$

电机极数 $2p=4/2$　　每组圈数 $S=6$　　$K_{p2}=0.766$

绕组接法 △/2Y　　线圈节距 $Y=10$　　绕组系数 $K_{dp4}=0.818$

总线圈数 $Q=36$　　分布系数 $K_{d4}=0.831$　　$K_{dp2}=0.732$

$K_{d2}=0.956$

2. 绕组排列　　本例以2极为基准，用反向法排出36槽4/2极双速绕组。绕组排列表同上例。

3. 嵌线方法　　嵌线采用交叠法，吊边数为10，嵌线顺序见下表：

表 5.1.5 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12	
	上层												35		36		1		2
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	13		14		15		16		17		18		19		20		21	
	上层		3		4		5		6		7		8		9		10		11
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	22		23		24		25		26		27		28		29		30	
	上层		12		13		14		15		16		17		18		19		20
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	31		32		33		34											
	上层		21		22		23		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

4. 特点及应用　　本例绕组特点基本同上例，但节距长一槽，绕组系数较接近；转矩比 $T_4/T_2=0.967$，功率比 $P_4/P_2=1.93$。主要应用实例有国产YD132S—4/2双速电动机，原《苏》AO2－6/4/2极三速电动机之4/2极绕组等。

5.1.6 36槽4/2极△/△双速绕组布线接线图

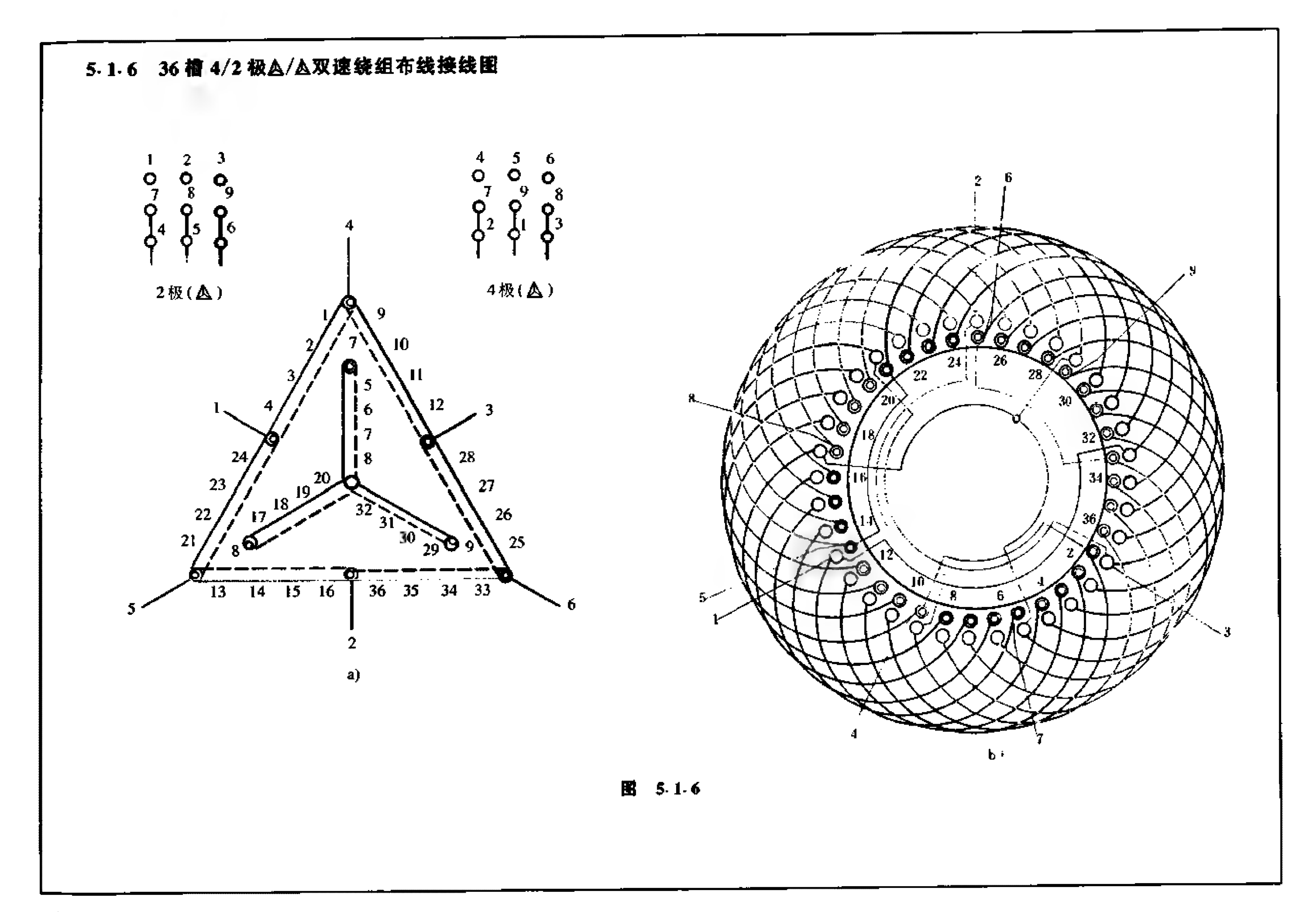


图 5.1.6

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　　线圈组数　$u=9$　　分布系数　$K_{d1D}=0.911$

$K_{d2D}=0.966$

电机极数　$2p=4/2$　　每组圈数　$S=4$　　节距系数　$K_{p1}=1.0$

$K_{p2}=0.707$

绕组接法　△/△　　线圈节距　$Y=9$　　绕组系数　$K_{dp1Y}=0.925$

$K_{dp1D}=0.911$

总线圈数　$Q=36$　　分布系数 $K_{d1Y}=0.925$　绕组系数　$K_{dp2Y}=0.691$

$K_{d2Y}=0.981$　　$K_{dp2D}=0.683$

2. 绕组排列　　本例是内星角形接法，每相线圈有星形部分(脚注用“Y”表示)和角形部分(脚注用“D”表示)，绕组排列见下表：

表 5.1.6(a)　36 槽 4/2 极内星角形双速绕组排列表

槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2 极	U_D	U_D	U_D	U_D	U_Y	U_Y	U_Y	U_Y	$\overline{W}_D$	$\overline{W}_D$	$\overline{W}_D$	$\overline{W}_D$	V_D	V_D	V_D	V_D	V_Y	V_Y
4 极	$\overline{V}_D$	$\overline{V}_D$	$\overline{V}_D$	$\overline{V}_D$	U_Y	U_Y	U_Y	U_Y	V_D	V_D	V_D	V_D	$\overline{U}_D$	$\overline{U}_D$	$\overline{U}_D$	$\overline{U}_D$	W_Y	W_Y
槽号	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
2 极	V_Y	V_Y	$\overline{U}_D$	$\overline{U}_D$	$\overline{U}_D$	$\overline{U}_D$	W_D	W_D	W_D	W_D	W_Y	W_Y	W_Y	W_Y	$\overline{V}_D$	$\overline{V}_D$	$\overline{V}_D$	$\overline{V}_D$
4 极	W_Y	W_Y	U_D	U_D	U_D	U_D	$\overline{W}_D$	$\overline{W}_D$	$\overline{W}_D$	$\overline{W}_D$	V_Y	V_Y	V_Y	V_Y	W_D	W_D	W_D	W_D

3. 嵌线方法　　采用交叠嵌线，吊边数为 9，嵌线顺序见下表：

表 5.1.6(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11
	上层											34		35		36		1	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		12		13		14		15		16		17		18		19		20
	上层	2		3		4		5		6		7		8		9		10	

(续)

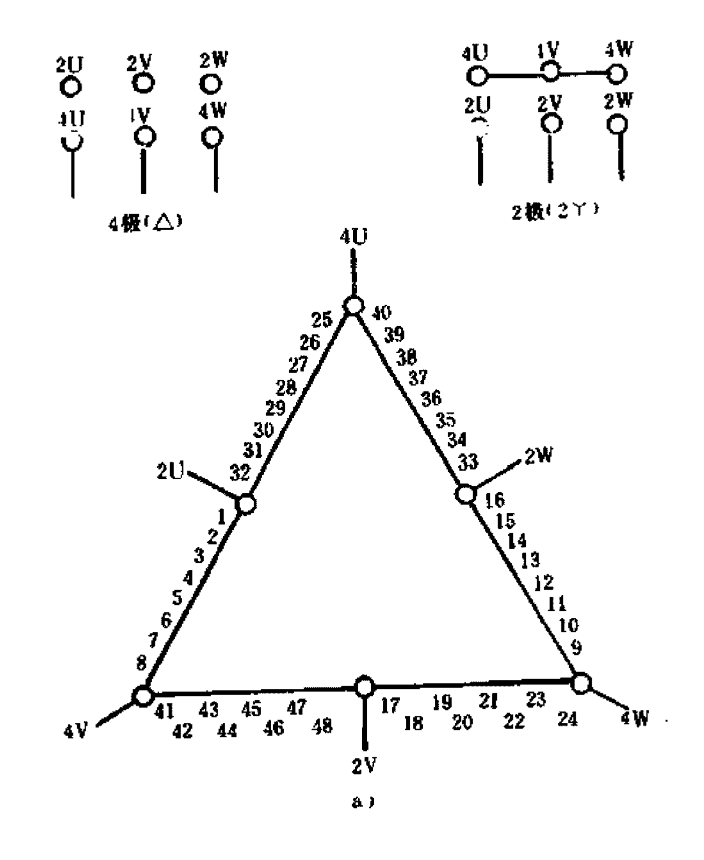
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		21		22		23		24		25		26		27		28		29
	上层	11		12		13		14		15		16		17		18		19	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		30		31		32		33										
	上层	20		21		22		23		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

4. 特点及应用　　本例采用换相法变极。每个变极组由四联组构成，每相绕组分为两部分，一部分接成角形，占每相线圈的 2/3，并分两个变极组，中间抽头 1、2、3；另一部分接成星形，占每相线圈的 1/3。2 极的接线如图 5.1.6a 中实线所示，这时电源从△形部分的 4、5、6 进入；Y形部分的引线 7、8、9 对应接到 4、5、6，从而构成特殊形式的“内星角形”(△)接法。变 4 极时电源从 1、2、3 进线，△形部分有一半线圈换相，即每相有一变相组换接成其它相；Y形部分除 U 相不变外，其余两相要换相，它的引线 9、7、8 则对应接到 1、2、3，构成 4 极△接法。

两种极数均为 60°相带分布，绕组系数较高，布接线都简便，但引出线 9 根，控制线路较繁。本例为同转向变极方案，适用于要求出力较高的恒功率场合。双速电机产品无实例，常用于自制改绕。

注：本例接线原理图中，结点外圈和实线的相色表示 2 极时线圈组相属；小内圈及虚线的相色为变 4 极后的相属。

5.1.7 48槽4/2极△/2丫双速绕组布线接线图



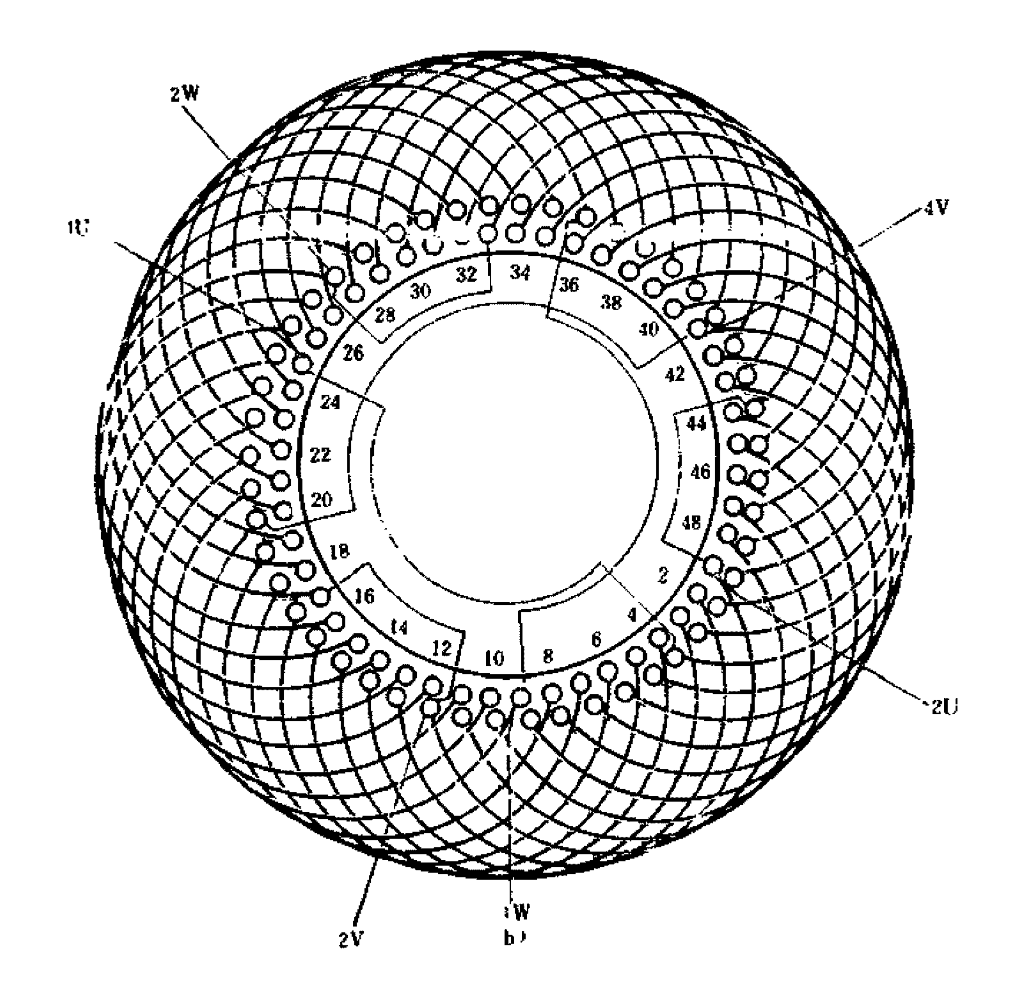


图 5.1.7

1. 绕组参数

定子槽数$Z=48$　总线圈数$Q=48$　线圈节距$Y=12$

电机极数$2p=4/2$　线圈组数$u=6$　分布系数$K_{d4}=0.831$　$K_{d2}=0.956$

绕组接法△/2丫　每组圈数$S=8$　节距系数$K_{p4}=1.0$　$K_{p2}=0.707$

绕组系数$K_{dp4}=0.831$　$K_{dp2}=0.676$

2. 绕组排列　本例采用正规分布，以2极的60°相带为基准，反向法排出4极。绕组排列见下表：

表5.1.7(a)　48槽4/2极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2极	U	U	U	U	U	U	U	U	−W	−W	−W	−W	−W	−W	−W	−W
4极	U	U	U	U	U	U	U	U	W	W	W	W	W	W	W	W
反向指示									*	*	*	*	*	*	*	*

槽　号	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
2极	V	V	V	V	V	V	V	V	−U	−U	−U	−U	−U	−U	−U	−U
4极	V	V	V	V	V	V	V	V	U	U	U	U	U	U	U	U
反向指示									*	*	*	*	*	*	*	*

槽　号	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2极	W	W	W	W	W	W	W	W	−V	−V	−V	−V	−V	−V	−V	−V
4极	W	W	W	W	W	W	W	W	V	V	V	V	V	V	V	V
反向指示									*	*	*	*	*	*	*	*

3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见下表：

表5.1.7(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18		19		20		21		22	
	上层														5		6		7		8		9		10

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34	
	上层		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46	
	上层		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34

嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层	47		48		1		2		3		4													
	上层		35		36		37		38		39		40	41	42	43	44	45	46	47	48	1	2	3	4

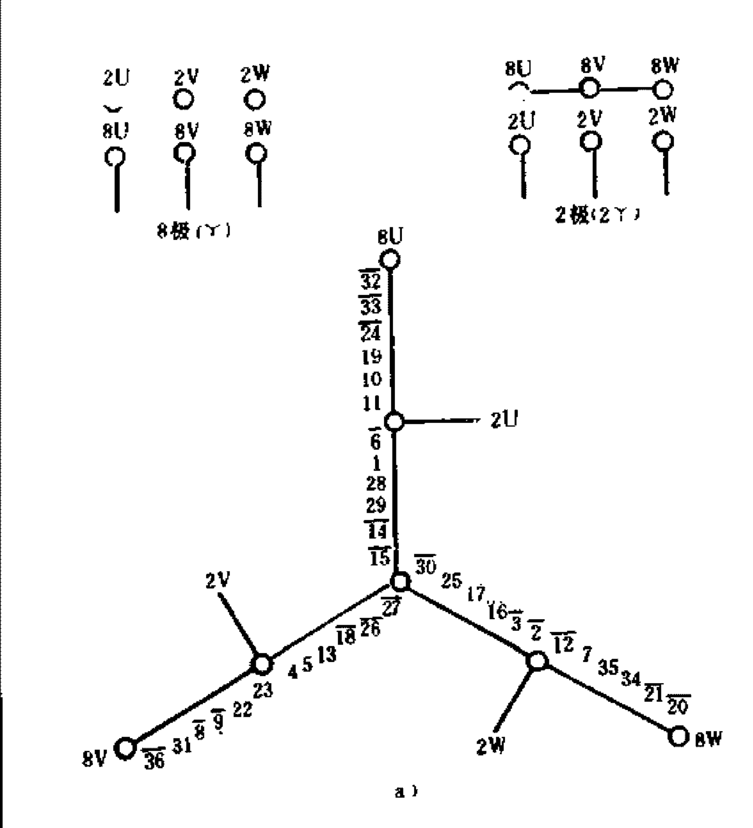
4. 特点及应用　本例为48槽4/2极双速，2极绕组为显极，4极绕组是庶极，两种转速的转向相反。每相由2个变极组构成，每组有线圈8只。4极时用△形接线，电源从4U、4V、4W进入，而2U、2V、2W留空不接；2极则将4U、4V、4W连成星点，将2U、2V、2W接入电源。

此绕组线圈组数少，接线简便，适用于变矩负载特性的场合；转矩比$T_4/T_2=1.065$，功率比$P_4/P_2=2.13$。产品实例有YD180L—4/2等双速电动机。

5.2　8/2极双速绕组

8/2极双速绕组属大倍极比变极电动机，改绕的布接线型式较多，常用的接法有丫/2丫和丫/2△等。它可选少极数作基准极，也可以多极数为基准极，但两种排列方案特点不同，实用上较多采用后者。但由于大倍极比的双速电动机应用不多，正式产品也较少。本节介绍3例以供修理和改绕时参考。

5.2.1 36槽8/2极Y/2Y双速绕组布线接线图



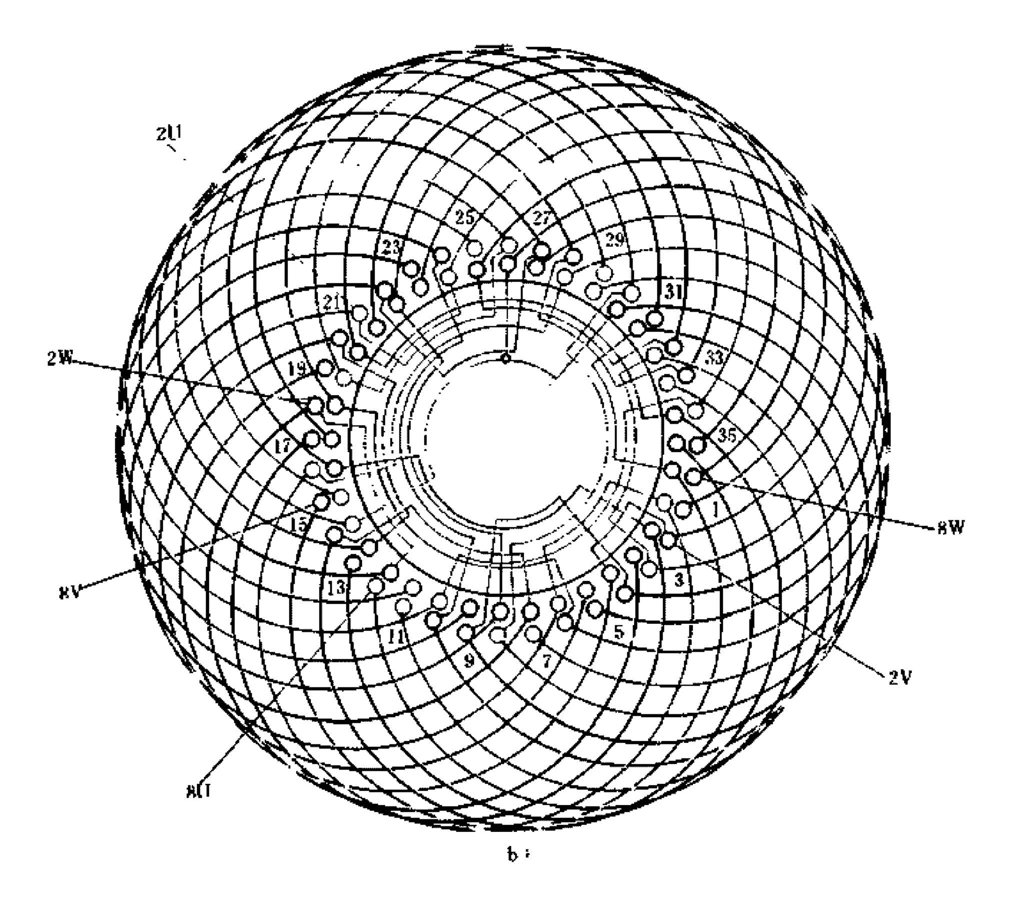


图 5.2.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　总线圈数$Q=36$　线圈节距　$Y=15$

电机极数 $2p=8/2$　线圈组数$u=24$　分布系数$K_{d8}=0.945$　$K_{d2}=0.765$

绕组接法Y/2Y　每组圈数$S\neq$　节距系数 $K_{p8}=0.866$　$K_{p2}=0.966$

绕组系数 $K_{dp8}=0.82$　$K_{dp2}=0.74$

2. 绕组排列　本例为大倍极比变极方案。绕组采用非正规分布，并以 8 极为基准，槽电势分布形式为 2 4 4 2；由反向法取得 2 极。绕组排列见下表：

表 5.2.1(a)　36 槽 8/2 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8　极	U	−W	−W	V	V	−U	W	−V	−V	U	U	−W
2　极	U	−W	−W	V	V	−U	−W	V	V	−U	−U	W
反向指示							*	*	*	*	*	*
槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8　极	V	−U	−U	W	W	−V	U	−W	−W	V	V	−U
2　极	V	−U	−U	W	W	−V	−U	W	W	−V	−V	U
反向指示							*	*	*	*	*	*
槽　号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
8　极	W	−V	−V	U	U	−W	V	−U	−U	W	W	−V
2　极	W	−V	−V	U	U	−W	−V	U	U	−W	−W	V
反向指示							*	*	*	*	*	*

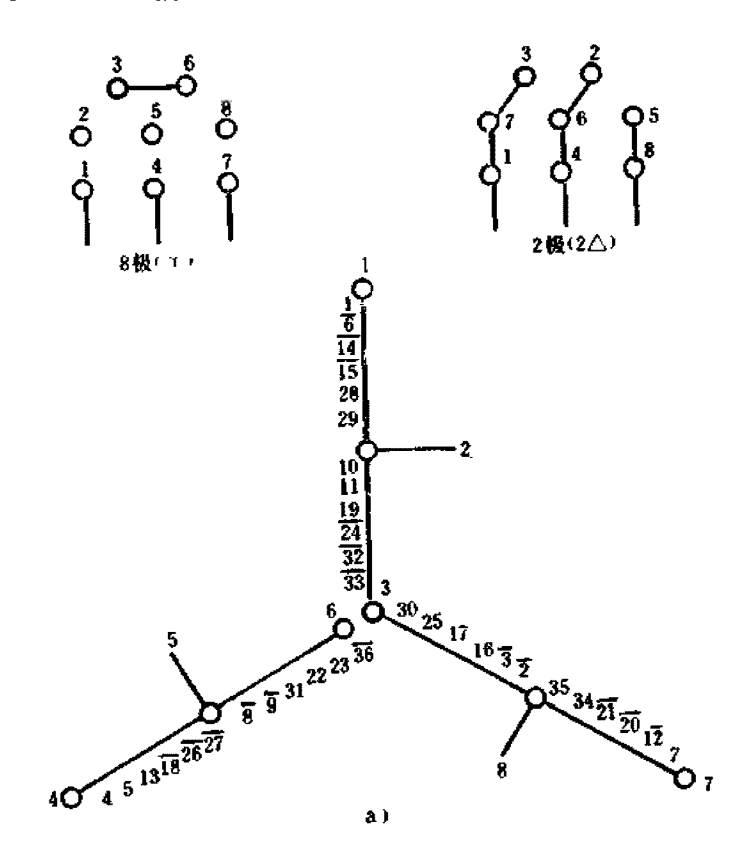
3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为 15，嵌线顺序见下表：

表 5.2.1(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
槽号	上层																	1	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入	下层		18		19		20		21		22		23		24		25		26
槽号	上层	2		3		4		5		6		7		8		9		10	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入	下层		27		28		29		30		31		32		33		34		35
槽号	上层	11		12		13		14		15		16		17		18		19	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入	下层		36																
槽号	上层	20		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

4. 特点及应用　本例绕组每相由 2 个变极组构成，每变极组有 4 线圈组，但每组线圈不相等，其中两组为单圈组，两组是双圈组。8 极是基准极，采用一路Y形接线，图 a 即据此画出，电源从 8U、8V、8W 接入，其余 3 个端子留空不接；2 极是将 8U、8V、8W 连结为星点，2U、2V、2W 接入三相电源，即绕组接成二路Y形。此绕组的线圈组数多，接线较繁，容易出错；但绕组采用非正规分布，绕组系数较高，变速特性属于恒矩输出，而两种极数下的转向相同，转矩比 $T_8/T_2=1.108$，功率比 $P_8/P_2=0.554$。常用于要求恒转矩输出的使用场合改绕。

5.2.2 36 槽 8/2 极 Y/2△双速绕组布线接线图之一



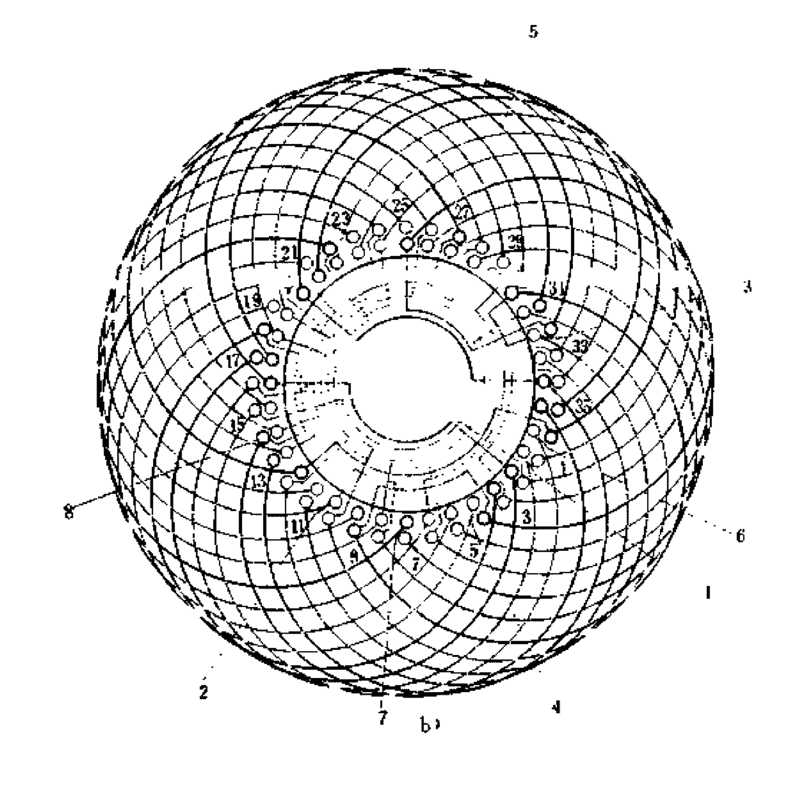


图 5.2.2

1. 绕组参数

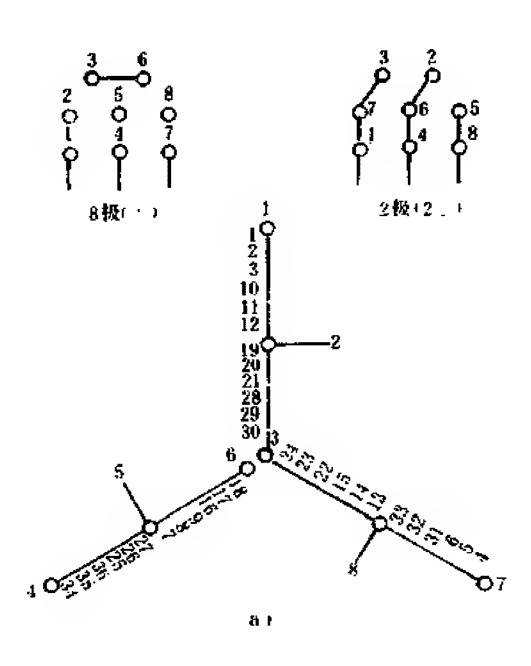
定子槽数	$Z=36$	总线圈数	$Q=36$	线圈节距	$Y=15$
电机极数	$2p=8/2$	线圈组数	$u=24$	绕组系数	同上例
绕组接法	Y/2△	每组圈数	$S\neq$		

2. 绕组排列　同上例。

3. 嵌线方法　同上例。

4. 特点及应用　绕组特点基本同上例，但 2 极采用 2△接法，变极方案为变转矩特性，转矩比 $T_8/T_2=0.631$，功率比 $P_8/P_2=0.319$，即低速时的功率输出不足高速的 1/3，绕组引出线 8 根，电动机变速接线见图 5.2.2a 的端接图。

5.2.3　36 槽 8/2 极Y/2△双速绕组布线接线图之二



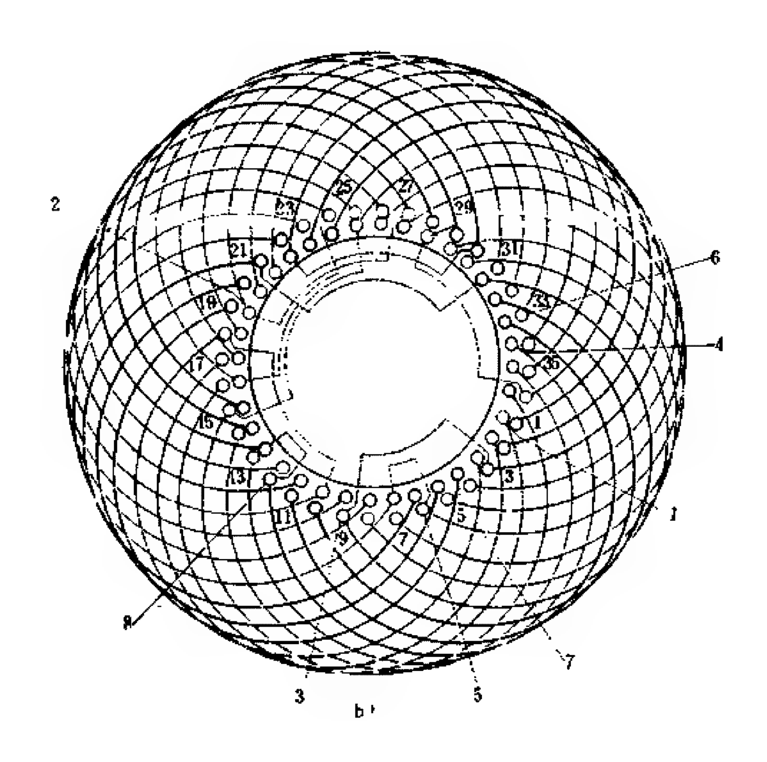


图　5.2.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　总线圈数$Q=36$　线圈节距　$Y=15$

电机极数 $2p=8/2$　线圈组数$u=12$　分布系数$K_{d8}=0.844$　$K_{d2}=0.70$

绕组接法Y/2△　每组圈数$S=3$　节距系数 $K_{p8}=0.866$　$K_{p2}=0.966$

绕组系数 $K_{dp8}=0.731$

$K_{dp2}=0.676$

2. 绕组排列　本例为正规分布同转向变极方案。以 120°相带为基准排出 8 极，反向得 2 极。绕组排列表如下：

表 5.2.3　36 槽 8/2 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8　极	U	U	U	W	W	W	V	V	V	U	U	U
2　极	U	U	U	−W	−W	−W	−V	−V	−V	U	U	U
反向指示				*	*	*	*	*	*			

槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8　极	W	W	W	V	V	V	U	U	U	W	W	W
2　极	W	W	W	−V	−V	−V	−U	−U	−U	W	W	W
反向指示				*	*	*	*	*	*			

（续）

槽　号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
8　极	V	V	V	U	U	U	W	W	W	V	V	V
2　极	V	V	V	−U	−U	−U	−W	−W	−W	V	V	V
反向指示				*	*	*	*	*	*			

3. 嵌线方法　采用交叠法，嵌线顺序同表 5.2.1b。

4. 特点及应用　本例是以庶极绕组为基准极，每变极组由 2 个三联组构成，接线简便，但绕组系数稍低。转矩比 $T_8/T_2=0.311$。功率比 $P_8/P_2=0.616$。是 8/2 极可变转矩变极的常用方案。实例有 JDO2—31—8/2 等。

5.3　6/4 极双速绕组

6/4 极是非倍极比双速电动机，是出现和应用较晚的一种变极形式。双速绕组可采用正规或非正规分布方案，前者两种极数的绕组系数相差较远；后者则较接近且较高，适合于两种转速下的输出功率要求较高的使用场合。产品电动机均采用△/2Y接线，引出线 6 根。此外，某些专用电动机也有用 3Y/4Y的特殊接线。

5.3.1 24槽6/4极△/2Y双速绕组布线接线图

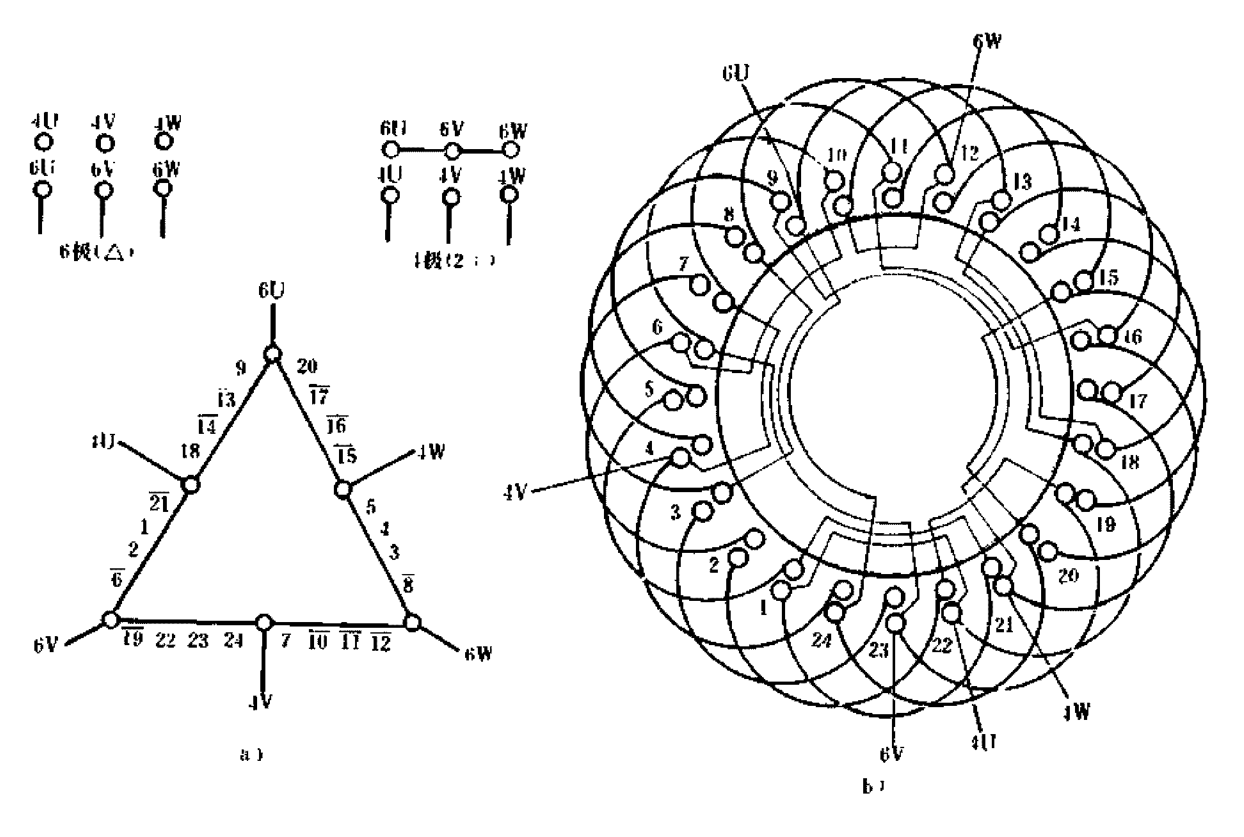


图 5.3.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=24$　总线圈数$Q=24$　线圈节距　$Y=4$

电机极数 $2p=6/4$　线圈组数$u=14$　分布系数$K_{d6}=0.88$　$K_{d4}=0.84$

绕组接法△/2Y　每组圈数$S\neq$　节距系数 $K_{p6}=1.0$　$K_{p4}=0.866$

绕组系数 $K_{dp6}=0.88$　$K_{dp4}=0.73$

2. 绕组排列　本例是非倍极比不规则分布方案，变极绕组以 6 极为基准，反向得 4 极。双速绕组排列见下表：

表 5.3.1(a)　24 槽 6/4 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6　极	U	U	W	W	W	−U	V	−W	U	−V	−V	−V	−U	−U	−W
4　极	U	U	−W	−W	−W	−U	V	W	−U	−V	−V	−V	U	U	−W
反向指示			*	*	*			*	*				*	*	
槽　号	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
6　极	−W	−W	U	−V	W	−U	V	V	V						
4　极	−W	−W	−U	V	W	−U	−V	−V	−V						
反向指示			*	*			*	*	*						

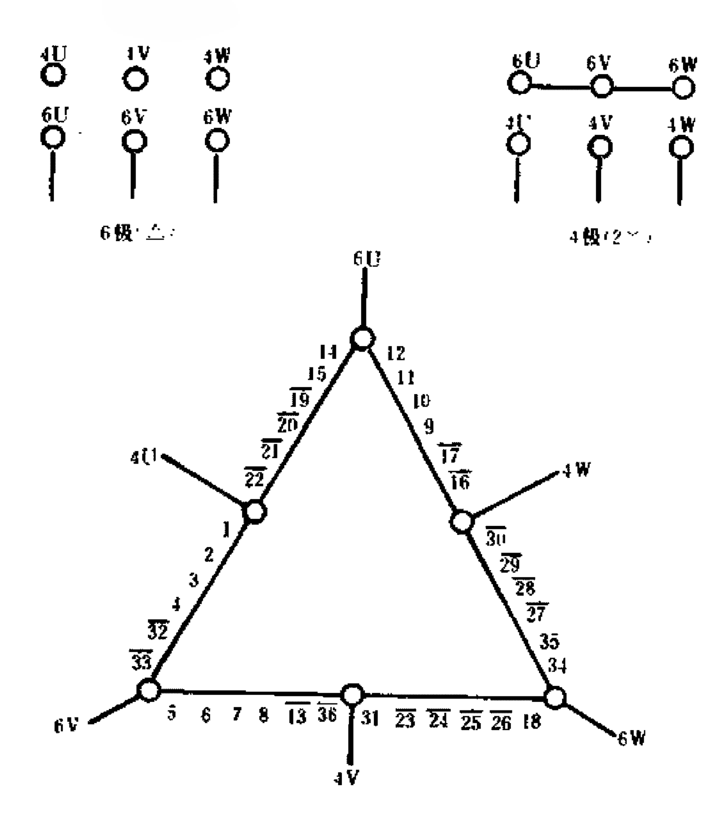
3. 嵌线方法　　本例采用交叠法嵌线，嵌线吊边数为 4。但由于绕组的每组线圈数不等，其中单联有 8 组、双联 2 组、三联 4 组，所以在绕制线圈和嵌线时均要求注意，如本例嵌线若从槽 1 的单联组开始，则各联线圈组嵌入次序是：单、3、2、3、单、单、单、单、3、2、3、单、单、单联，不得弄错，否则将造成接线困难。嵌线顺序见下表：

表 5.3.1(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5		6		7		8		9		10		11		12		13		14	
	上层						1		2		3		4		5		6		7		8		9		10
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	15		16		17		18		19		20		21		22		23		24					
	上层		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	21	22	23	24

4. 特点及应用　双速绕组为非倍极比变极，为使 24 槽定子排出 6 极绕组而采用不规则分布，所以每组元件数不相等，给线圈绕制和嵌线造成一定困难。本绕组为反转向方案，两种极数下的绕组系数较高且接近，适用于两种转速下要求输出功率接近的场合，其功率比 $P_6/P_4=1.04$，转矩比 $T_6/T_4=1.56$。本绕组无产品实例，仅供改绕参考。

5.3.2 36槽6/4极△/2Y双速绕组布线接线图之一



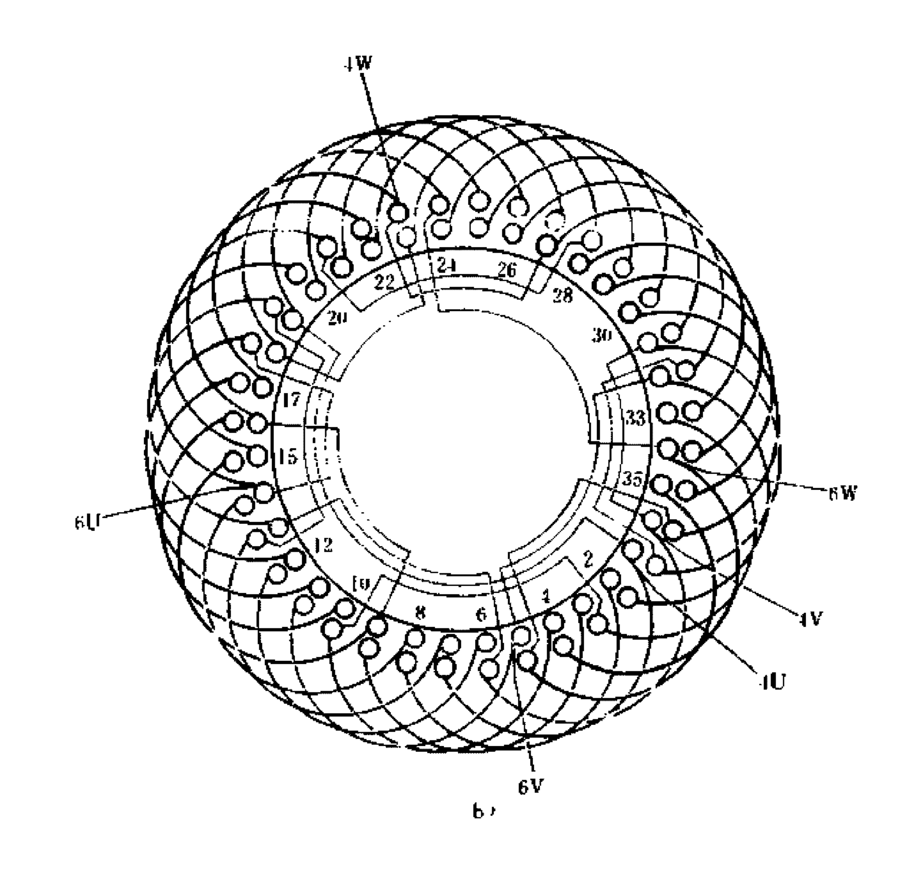


图 5.3.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　总线圈数 $Q=36$　线圈节距 $Y=6$

电机极数 $2p=6/4$　线圈组数 $u=14$　分布系数 $K_{d6}=0.88$　$K_{d4}=0.83$

绕组接法△/2Y　每组圈数 $S\neq$　节距系数 $K_{p6}=1.0$　$K_{p4}=0.866$

绕组系数 $K_{dp6}=0.88$　$K_{dp4}=0.72$

2. 绕组排列　绕组是非正规分布，4 极为 120°相带，6 极每相为 2、4、4、2 分布。绕组排列见下表：

表 5.3.2(a)　36 槽 6/4 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4　极	U	U	U	U	−V	−V	−V	−V	W	W	W	W
6　极	U	U	U	U	V	V	V	V	W	W	W	W
反向指示					*	*	*	*				
槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4　极	V	−U	−U	−W	−W	V	U	U	U	U	−V	−V
6　极	−V	U	U	−W	−W	V	−U	−U	−U	−U	−V	−V
反向指示	*	*	*				*	*	*	*		
槽　号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4　极	−V	−V	W	W	W	W	V	−U	−U	−W	−W	V
6　极	−V	−V	−W	−W	−W	−W	V	−U	−U	W	W	−V
反向指示			*	*	*	*				*	*	*

3. 嵌线方法　本例每组线圈数不等，其中有 4 组是单联组，4 组双联组和 6 组四联组；线圈绕制应据此进行。嵌线时也要按图查清联数再嵌入。嵌线采用交叠法，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 5.3.2(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12	
	上层								1		2		3		4		5		6
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	13		14		15		16		17		18		19		20		21	
	上层		7		8		9		10		11		12		13		14		15
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	22		23		24		25		26		27		28		29		30	
	上层		16		17		18		19		20		21		22		23		24
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	31		32		33		34		35		36							
	上层		25		26		27		28		29		30	31	32	33	34	35	36

4. 特点及应用　双速绕组为非正规分布方案，每变极组所包含的线圈组数不相等，但均由 6 只线圈构成，而且同一相中的两变极组构成相同，其中 V 相每变极组由 2 个单圈组及 1 个四联组组成；其余二相的变极组均分别由 1 个四联和双联组成。双速电动机引出线 6 根，6 极为一路△形，即留空 4U、4V、4W，电源从 6U、6V、6W 进入；4 极则将 6U、6V、6W 连结成星点，并从 4U、4V、4W 接入电源。本例绕组两种转速下的绕组系数相对较高，适用于两种转速下要求功率输出均较大的电动机，其功率比 $P_6/P_4=1.058$，转矩比 $T_6/T_4=1.588$。本例为反转向变极方案，是双速电机产品主要采用的变极绕组。主要应用实例有 YD100L1−6/4、JDO3−112S−6/4 等。

5.3.3 36 槽 6/4 极△/2Y双速绕组布线接线图之二

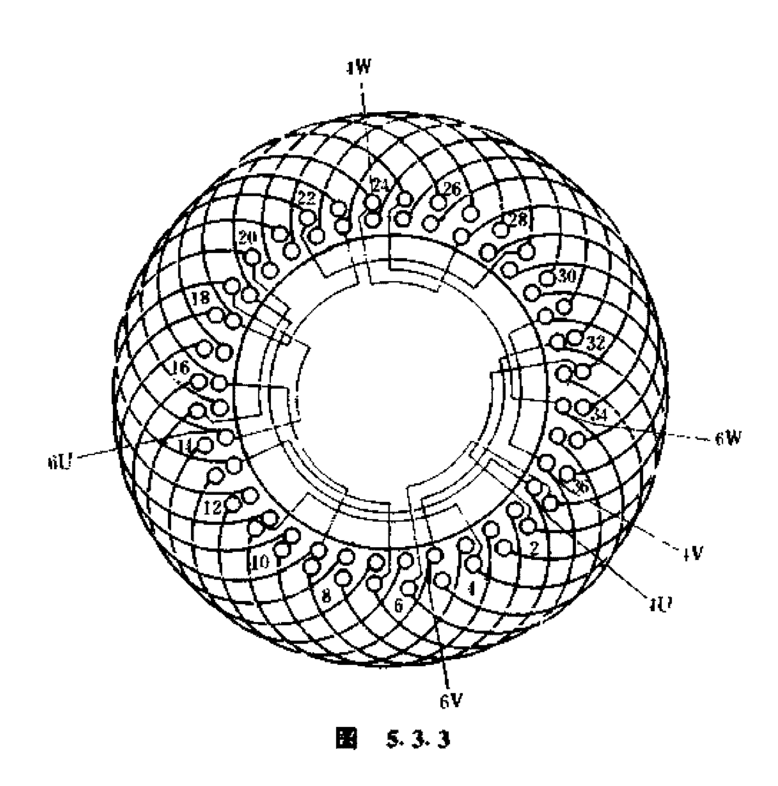


图 5.3.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　总线圈数$Q=36$　线圈节距　$Y=7$

电机极数 $2p=6/4$　线圈组数$u=14$　分布系数$K_{d6}=0.88$　$K_{d4}=0.831$

绕组接法△/2Y　每组圈数$S\neq$　节距系数 $K_{p6}=0.966$　$K_{p4}=0.94$

绕组系数 $K_{dp6}=0.85$　$K_{dp4}=0.78$

2. 绕组排列　本例为非正规分布方案，双速绕组排列表同表 5.3.2a。

3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 5.3.3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13		14
	上层									2		3		4		5		6	

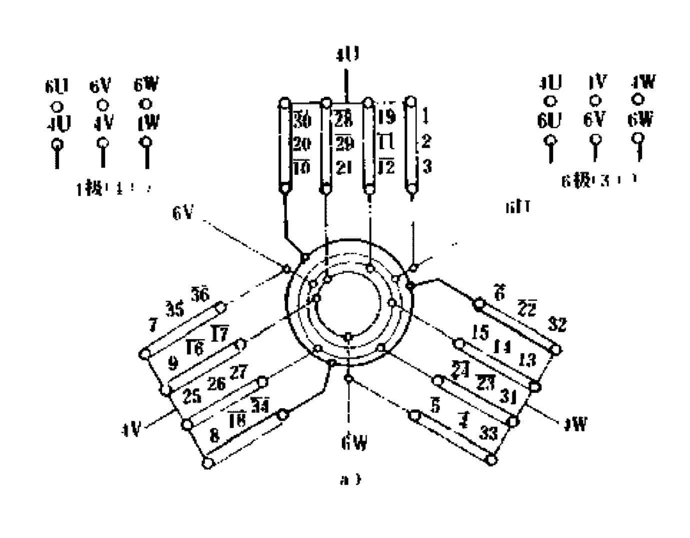
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		15		16		17		18		19		20		21		22		23
	上层	7		8		9		10		11		12		13		14		15	

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		24		25		26		27		28		29		30		31		32
	上层	16		17		18		19		20		21		22		23		24	

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		33		34		35		36		1								
	上层	25		26		27		28		29		30	31	32	33	34	35	36	1

4. 特点及应用　本例绕组特点基本同上例，但线圈节距增长 1 槽，使两种极数下的绕组系数更接近，而双速绕组的功率比 $P_6/P_4=0.944$，转矩比 $T_6/T_4=1.42$。本绕组也是产品电动机常用方案。主要实例有 YD160M—6/4 等。

5.3.4 36槽6/4极3丫/3丫双速绕组布线接线图



a)

b)

图 5.3.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　总线圈数$Q=36$　线圈节距$Y=6$

电机极数 $2p=6/4$　线圈组数$u=24$　分布系数$K_{d6}=0.91$　$K_{d4}=0.96$

绕组接法 3丫/3丫　每组圈数$S\neq$　节距系数 $K_{p6}=1.0$　$K_{p4}=0.866$

绕组系数 $K_{dp6}=0.91$

$K_{dp4}=0.831$

2. 绕组排列　绕组4极为正规分布60°相带，反向换相获得6极。双速绕组排列见下表：

表 5.3.4　36槽6/4极双速绕组排列表

槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U
6极	−U	−U	−U	W	W	O	−V	O	−W	O	V	V

(续)

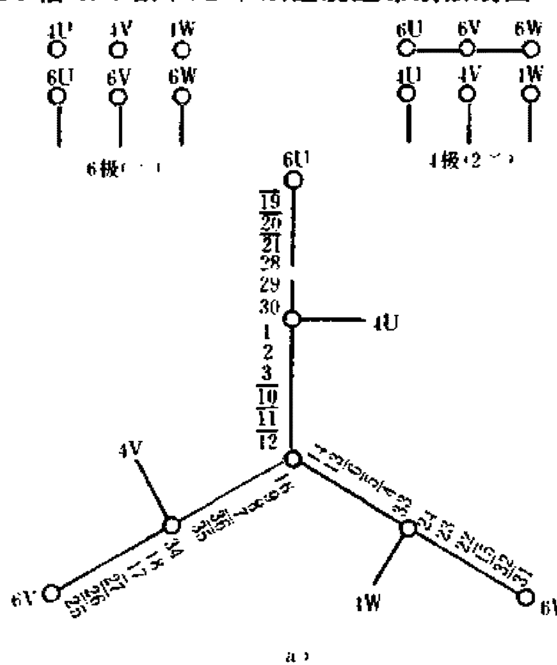
槽号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4极	W	W	W	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	−W
6极	−U	−U	−U	W	W	O	−V	O	−W	O	V	V

槽号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4极	V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W	−V	−V	−V
6极	−U	−U	−U	W	W	O	−V	O	−W	O	V	V

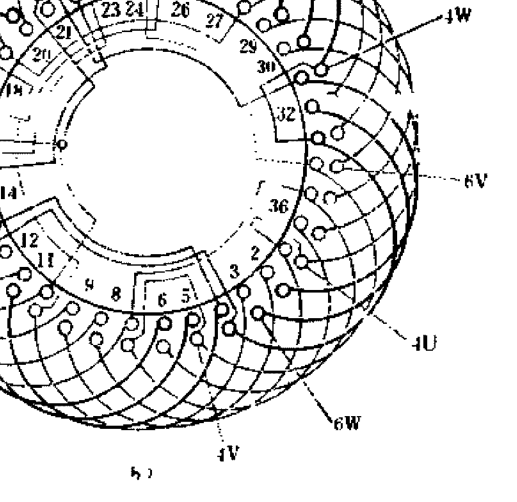
3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，嵌线顺序同表5.3.2b。

4. 特点及应用　本例绕组采用换相法变极，为使6极绕组对称平衡并凑成三路并联，有三组线圈(上层有效边槽号30、20、10；8、18、34；32、22、6)变6极时呈中性，即无电流通过(排列表中用“O”表示)。此绕组应用于电磁调速拖动用双速电动机。主要应用实例有JZTT—51—6/4等。

5.3.5 36槽6/4极Y/2Y双速绕组布线接线图



a)



b)

图 5.3.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　总线圈数$Q=36$　线圈节距 $Y=7$

电机极数 $2p=6/4$　线圈组数$u=16$　分布系数$K_{d6}=0.644$　$K_{d4}=0.96$

绕组接法Y/2Y　每组圈数$S\neq$　节距系数 $K_{p6}=0.966$　$K_{p4}=0.94$

绕组系数 $K_{dp6}=0.621$

$K_{dp4}=0.903$

2. 绕组排列　本例为非倍极比正规分布方案，以4极为基准，反向得6极。绕组排列表如下：

表 5.3.5　36槽6/4极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4　极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U
6　极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U
反向指示												

（续）

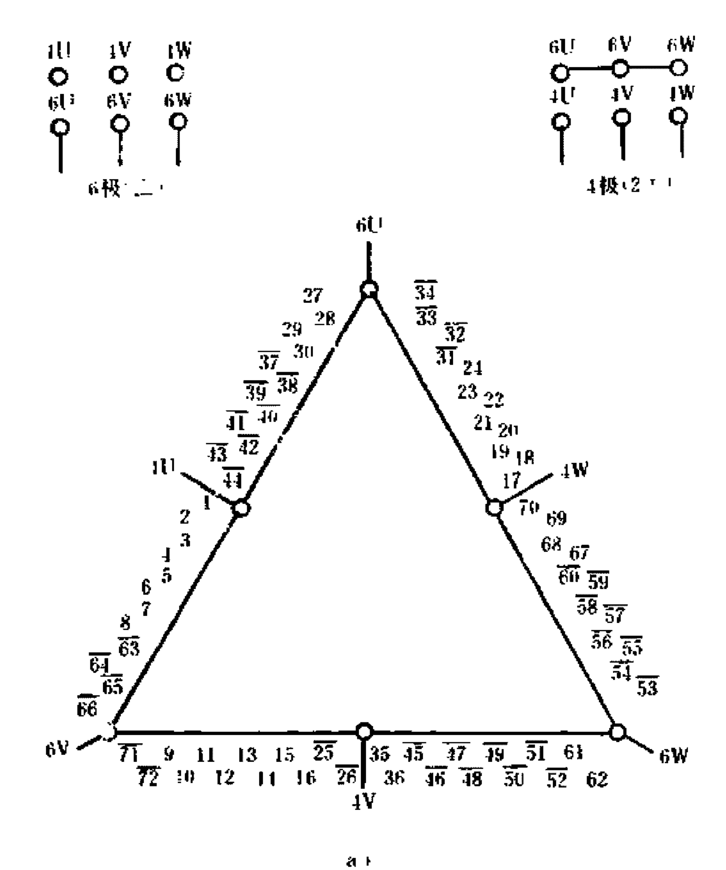
槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4　极	W	W	W	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	−W
6　极	W	W	−W	−V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W
反向指示			*		*	*	*	*	*	*	*	*

槽　号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4　极	V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W	−V	−V	−V
6　极	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	W	V	−V	−V
反向指示	*	*	*	*	*	*	*	*		*		

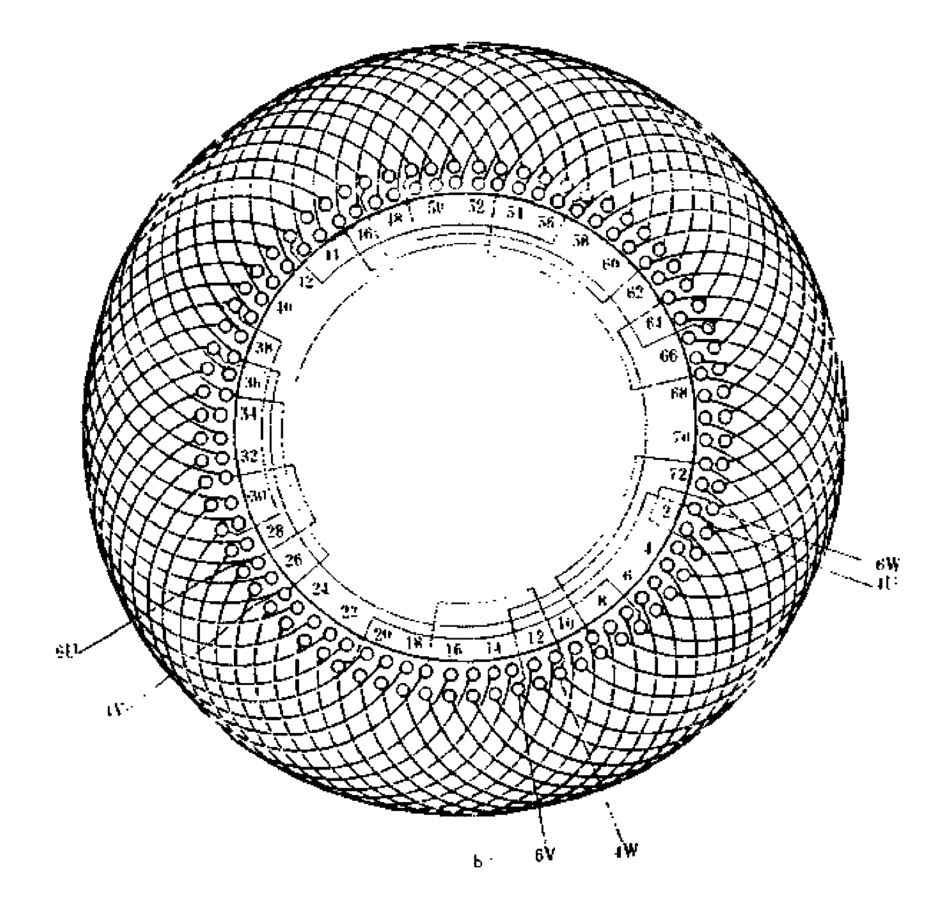
3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为，嵌线顺序表同表5.3.3。

4. 特点及应用　本例双速是非倍极比正规分布方案。4极为60°相带，反向法得6极。采用Y/2Y接法，6极绕组系数较低，转矩输出比$T_6/T_4=0.516$，功率比$P_6/P_4=0.344$，故只能应用于低速负载较轻的场合。

5.3.6 72槽6/4极△/2Y双速绕组布线接线图



a)



b)

图 5.3.6

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$　总线圈数 $Q=72$　线圈节距 $Y=$

电机极数 $2p=6/4$　线圈组数 $u=14$　分布系数 $K_{d6}=0.872$　$K_{d4}=0.828$

绕组接法△/2Y　每组圈数 $S\neq$　节距系数 $K_{p6}=0.991$　$K_{p4}=0.906$

绕组系数 $K_{dp6}=0.864$　$K_{dp4}=0.75$

2. 绕组排列　本例采用不规则分布方案，双速绕组排列见下表：

表 5.3.6　72 槽 6/4 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4　极	U	U	U	U	U	U	U	U	−V	−V	−V	−V	−V	−V	−V
6　极	U	U	U	U	U	U	U	U	V	V	V	V	V	V	V
反向指示									*	*	*	*	*	*	*

槽　号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4　极	−V	W	W	W	W	W	W	W	W	V	V	−U	−U	−U	−U
6　极	V	W	W	W	W	W	W	W	W	−V	−V	U	U	U	U
反向指示	*									*	*	*	*	*	*

槽　号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
4　极	−W	−W	−W	−W	V	V	U	U	U	U	U	U	U	U	−V
6　极	−W	−W	−W	−W	V	V	−U	−U	−U	−U	−U	−U	−U	−U	−V
反向指示							*	*	*	*	*	*	*	*	

(续)

槽　号	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
4　极	−V	−V	−V	−V	−V	−V	−V	W	W	W	W	W	W	W	W
6　极	−V	−V	−V	−V	−V	−V	−V	−W	−W	−W	−W	−W	−W	−W	−W
反向指示								*	*	*	*	*	*	*	*

槽　号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72			
4　极	V	V	−U	−U	−U	−U	−W	−W	−W	−W	V	V			
6　极	V	V	−U	−U	−U	−U	W	W	W	W	−V	−V			
反向指示							*	*	*	*	*	*			

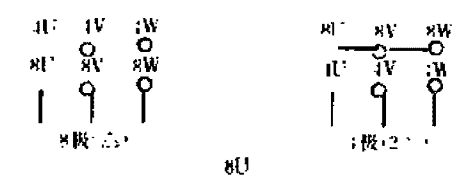
3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线。通常，线圈采用连绕工艺，嵌线时应依图中的大小联组安排逐组嵌人，故本例按图将双联组嵌入相应的槽 2、3 下层，而其上层边暂时吊起，从 15 槽开始整圈(两边)嵌入，即总需吊起 13(上层)边。当下层边全部嵌完后再把原吊边顺序嵌入相应槽的上层，直至完成。嵌线顺序可参考相应的双叠绕组，本例从略。

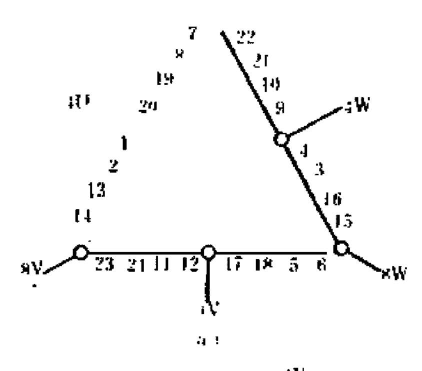
4. 特点及应用　本例为非倍极比不规则分布变极绕组。2 种转速下的绕组系数接近且较高，适用于恒功率输出电动机，其功率比 $P_6/P_4=0.998$，转矩比 $T_6/T_4=1.498$。两种转速的转向相反。应用实例有 JDO2—81—6/4 等。

5.4　8/4 极双速绕组

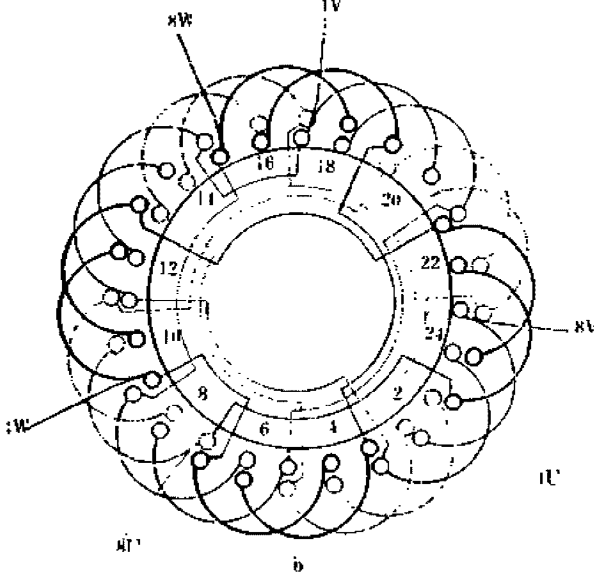
8/4 极双速绕组是应用最为普遍的倍极比电动机。绕组也可用不同的排列方案和接线方法，但产品电机中实际仅采用△/2Y接法，并取 4 极为 60°相带正规分布，8 极是庶极绕组，由 4 极反向获得。

5.4.1　24 槽 8/4 极△/2Y双速绕组布线接线图





a



b

图　5.4.1

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=24$　　每组圈数　$S=2$

电机极数　$2p=8/4$　　线圈节距　$Y=3$

绕组接法　△/2Y　　分布系数　$K_{d8}=0.866$　$K_{d4}=0.966$

总线圈数　$Q=24$　　节距系数　$K_{p8}=1.0$　$K_{p4}=0.707$

线圈组数　$u=12$　　绕组系数　$K_{dp8}=0.866$　$K_{dp4}=0.683$

2. 绕组排列　以 4 极 60°相带为基准，反向法得 8 极　双速绕组排列表如下：

表 5.4.1(a)　24 槽 8/4 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4　极	U	U	−W	−W	V	V	−U	−U	W	W	−V	−V
8　极	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V
反向指示			*	*			*	*			*	*
槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4　极	U	U	−W	−W	V	V	−U	−U	W	W	−V	−V
8　极	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V
反向指示			*	*			*	*			*	*

3. 嵌线方法　　本例采用交叠嵌线，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 5.4.1 (b)　　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	24	1	2	3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13
	上层					24		1		2		3		4		5		6		7		8		9	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23				
	上层	10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	21	22	23

4. 特点及应用　　双速绕组是倍极比正规分布反转向方案。4 极为 60°相带分布，8 极是庶极。双速输出为变矩特性，转矩比 $T_8/T_4=2.19$，功率比 $P_8/P_4=1.1$。主要应用实例有 JDO2−12−8/4 等。

5.4.2 36槽8/4极△/2Y双速绕组布线接线图

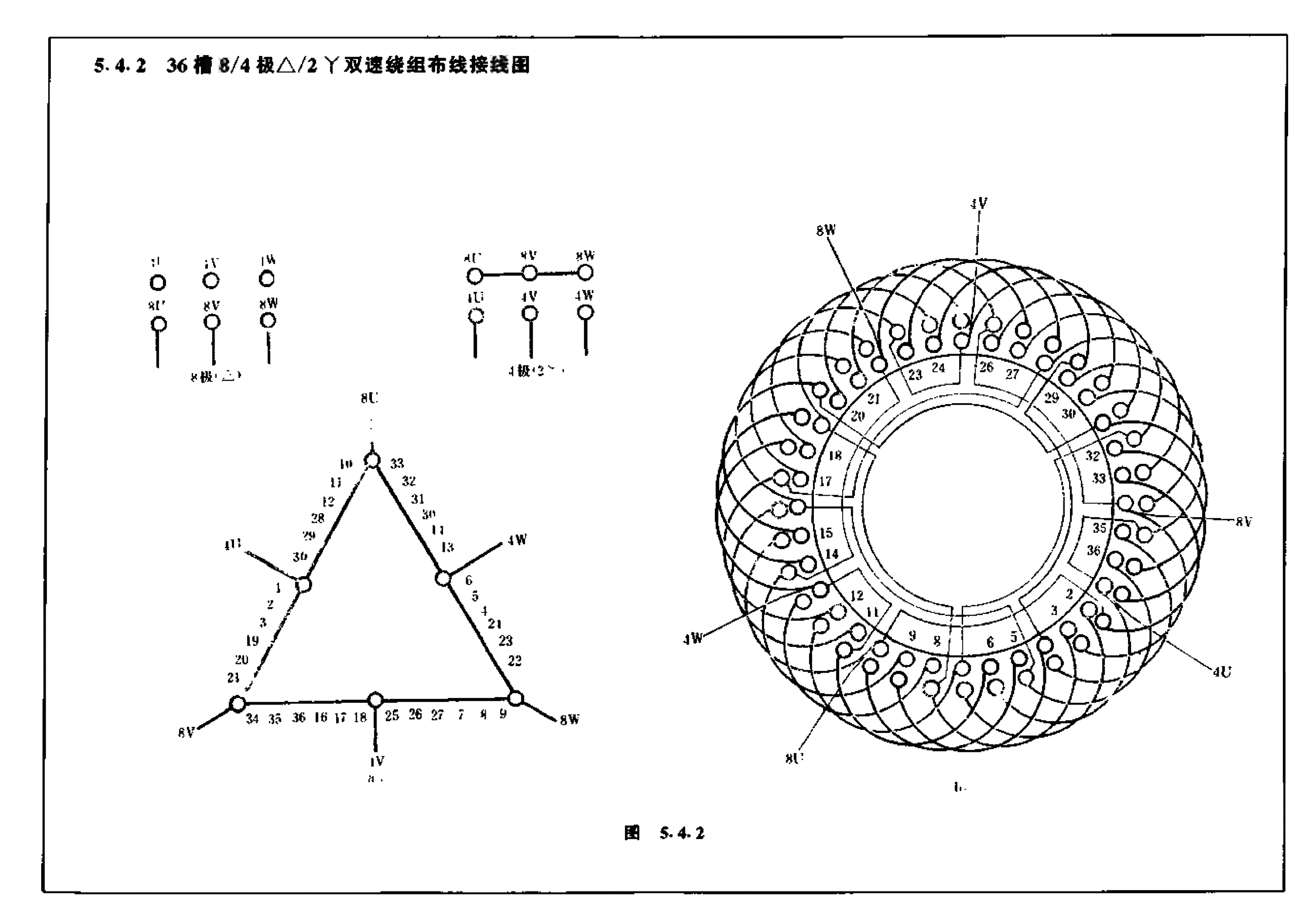


图 5.4.2

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　　每组圈数　$S=3$

电机极数　$2p=8/4$　　线圈节距　$Y=5$

绕组接法　△/2Y　　分布系数　$K_{d8}=0.844$　$K_{d4}=0.96$

总线圈数　$Q=36$　　节距系数　$K_{p8}=0.985$　$K_{p4}=0.766$

线圈组数　$u=12$　　绕组系数　$K_{dp8}=0.831$　$K_{dp4}=0.735$

2. 绕组排列　　4 极为 60°相带正规分布，用庶极接法获得 8 极。8/4 极绕组排列见下表：

表 5.4.2(a)　36 槽 8/4 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4　极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W	−V	−V	−V
8　极	U	U	U	W	W	W	V	V	V	U	U	U	W	W	W	V	V	V
反向指示				*	*	*				*	*	*				*	*	*
槽　号	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4　极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W	−V	−V	−V
8　极	U	U	U	W	W	W	V	V	V	U	U	U	W	W	W	V	V	V
反向指示				*	*	*				*	*	*				*	*	*

3. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，嵌线吊边数为 5，嵌线顺序见下表：

表 5.4.2(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	36	1	2	3	4	5		6		7		8		9		10		11
	上层							36		1		2		3		4		5	

（续）

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		12		13		14		15		16		17		18		19		20
	上层	6		7		8		9		10		11		12		13		14	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		21		22		23		24		25		26		27		28		29
	上层	15		16		17		18		19		20		21		22		23	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		30		31		32		33		34		35						
	上层	24		25		26		27		28		29		30	31	32	33	34	35

4. 特点及应用　　本例为反转向倍极比正规分布方案。4 极为 60°相带，8 极是 120°相带。每组均由 3 只线圈连绕而成，每变极组包含两线圈组，两变极组串联为一相。三相接成一路△形时出线 8U、8V、8W 接电源，则电动机低速运行；高速时则把 8U、8V、8W 连成星点，电源从每相两变极组间的抽头 4U、4V、4W 进入，即绕组为二路Y形运行。由于三相绕组的组数相等，每组元件数也相等，接线较容易。变极输出为变转矩特性，转矩比 $T8/T4=1.95$，功率比 $P8/P4=0.98$。此绕组应用较多，实例有 YD132−8/4、JDO3−112L−8/4、JD3−140M 四速配套的 8/4 极绕组以及原(苏)AO2−51−8/4 双速电动机。

5.4.3 48槽8/4极△/2丫双速绕组布线接线图之一

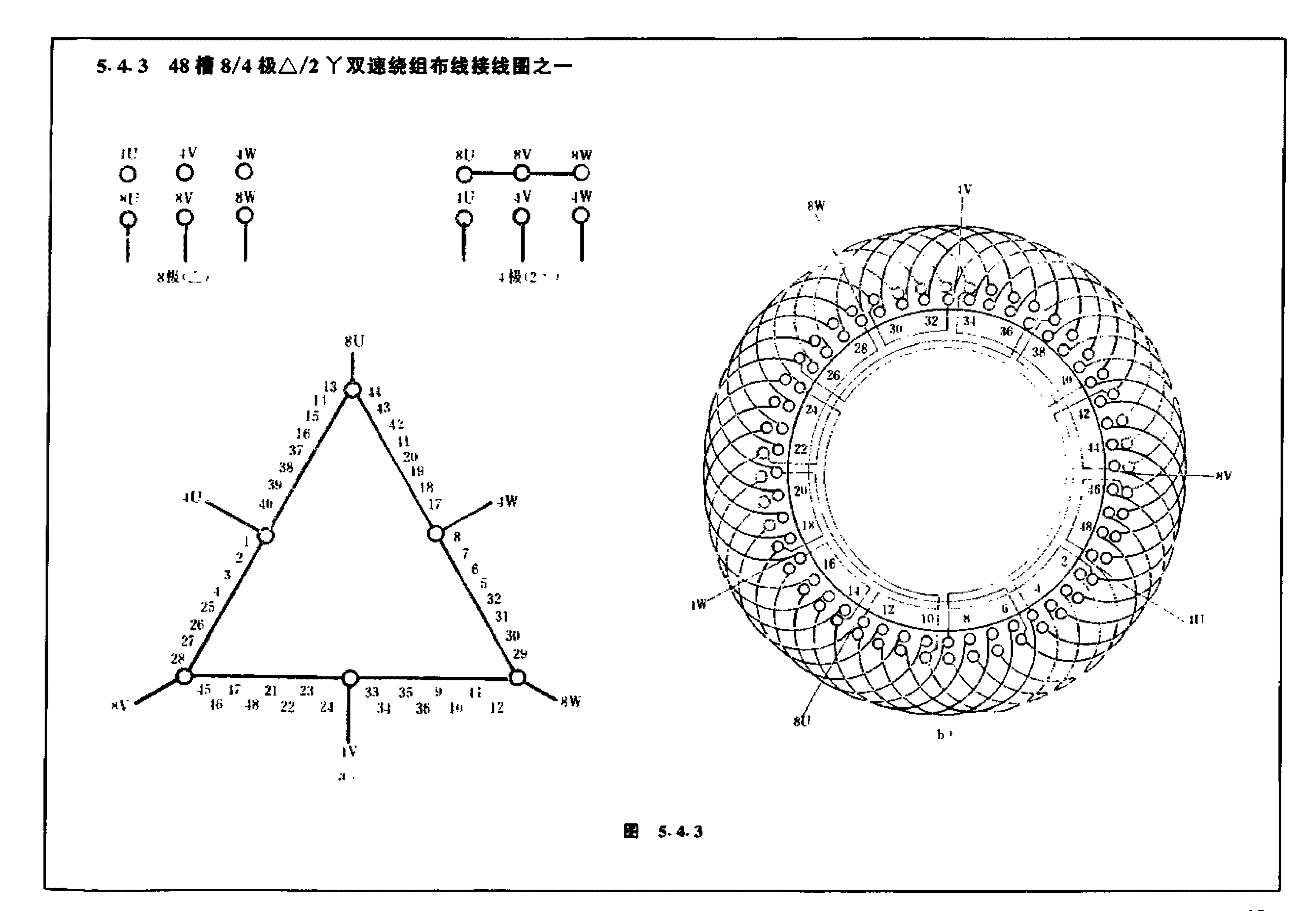


图 5.4.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=48$　　　每组圈数　$S=4$

电机极数　$2p=8/4$　　线圈节距　$Y=6$

绕组接法　△/2Y　　　分布系数　$K_{d8}=0.837$　$K_{d4}=0.958$

总线圈数　$Q=48$　　　节距系数　$K_{p8}=1.0$　$K_{p4}=0.707$

线圈组数　$u=12$　　　绕组系数　$K_{dp8}=0.837$　$K_{dp4}=0.677$

2. 绕组排列　本例为正规分布双速绕组，4 极根据 60°相带排出，反向法得 8 极。绕组排列见下表：

表 5.4.3(a)　48 槽 8/4 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4　极	U	U	U	U	−W	−W	−W	−W	V	V	V	V	−U	−U	−U	−U
8　极	U	U	U	U	W	W	W	W	V	V	V	V	U	U	U	U
反向指示					*	*	*	*					*	*	*	*
槽　号	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
4　极	W	W	W	W	−V	−V	−V	−V	U	U	U	U	−W	−W	−W	−W
8　极	W	W	W	W	V	V	V	V	U	U	U	U	W	W	W	W
反向指示					*	*	*	*					*	*	*	*
槽　号	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
4　极	V	V	V	V	−U	−U	−U	−U	W	W	W	W	−V	−V	−V	−V
8　极	V	V	V	V	U	U	U	U	W	W	W	W	V	V	V	V
反向指示					*	*	*	*					*	*	*	*

3. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 5.4.3(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	47	48	1	2	3	4	5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	上层								47		48		1		2		3		4		5		6		7

（续）

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25	
	上层		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37	
	上层		20		21		22		23		21		25		26		27		28		29		30		31
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号	下层	38		39		40		41		42		43		44		45		46							
	上层		32		33		34		35		36		37		38		39		40	41	42	43	44	45	46

4. 特点及应用　本例为倍极比正规分布方案。4 极为基准极，用反向法排出庶极的 8 极绕组。两种转速下的转向相反。双速绕组采用最普通的接法，即 8 极为一路△形，电源从 8U、8V、8W 进入，留空 4U、4V、4W 不接线；4 极是二路Y形，将 8U、8V、8W 连成星点，4U、4V、4W 接入三相电源。绕组内部接线与双叠绕组基本相同，不同的是，通常将同相各组顺次串联，而变极绕组每相则要根据接线原理图（如图 5.4.3a）进行。例如本例 U 相的 8U 从槽 13（上层）接入，线圈组（13－16）与（37－40）串联为一变极组，再与另一变极组（1－4）与（25－28）串联成 U 相绕组，然后在两变极组间抽出 4U；同理可连接 V、W 两相。最后将三相接成△形。本例双速为可变矩输出特性，转矩比 $T8/T4=2.14$，输出功率比 $P8/P4=1.07$。应用实例有 JDO2—61—8/4、JDO3　140M—8/4 等。

5.4.4 48 槽 8/4 极△/2 丫双速绕组布线接线图之二

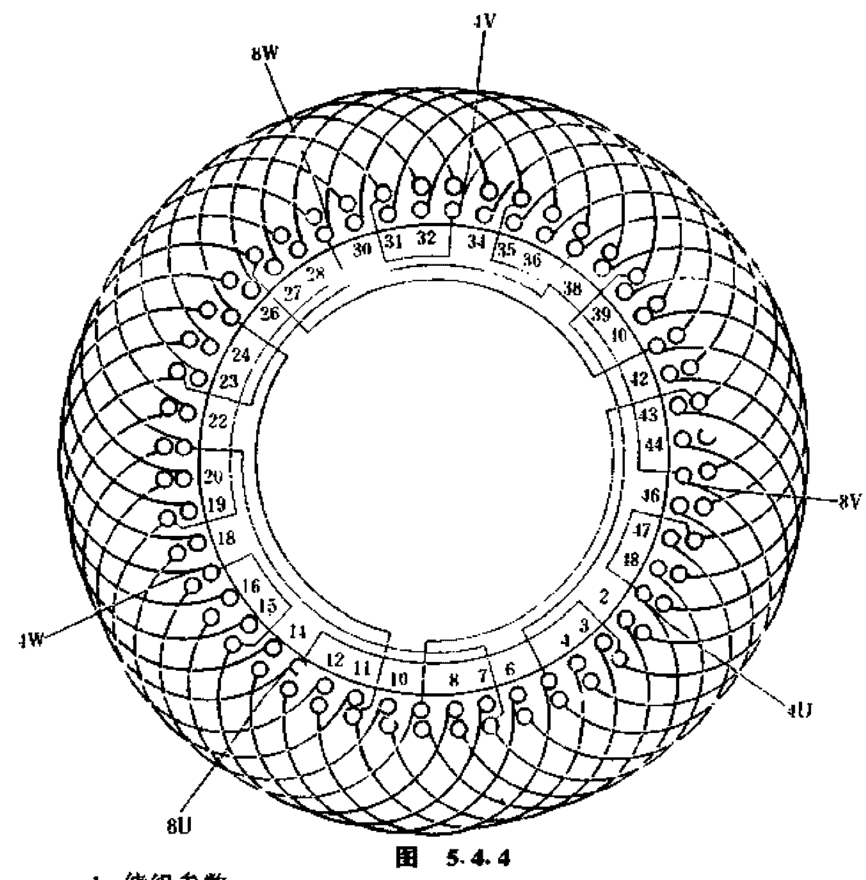


图 5.4.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=48$　　每组圈数 $S=4$

电机极数 $2p=8/4$　　线圈节距 $Y=7$

绕组接法 △/2 丫　　分布系数 $K_{d8}=0.837$　$K_{d4}=0.958$

总线圈数 $Q=48$　　节距系数 $K_{p8}=0.966$　$K_{p4}=0.793$

线圈组数 $u=12$　　绕组系数 $K_{dp8}=0.809$　$K_{dp4}=0.76$

2. 绕组排列　双速绕组以 4 极为基准，反向法排出 8 极。绕组排列表同上例。

3. 嵌线方法　绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 5.4.4 交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号 下层	48	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12		13		14		15
嵌入槽号 上层									48		1		2		3		4		5		6		7	

嵌绕次序	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号 下层		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27
嵌入槽号 上层	8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19	

嵌绕次序	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号 下层		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39
嵌入槽号 上层	20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31	

嵌绕次序	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
嵌入槽号 下层		40		41		42		43		44		45		46		47								
嵌入槽号 上层	32		33		34		35		36		37		38		39		40	41	42	43	44	45	46	47

4. 特点及应用　特点基本同上例，但线圈节距增宽 1 槽，两种极数下绕组系数较接近，转矩比 $T8/T4=1.84$，输出功率比 $P8/P4=0.92$。主要应用实例有 JDO2－41－8/4 等。

5.4.5 60槽8/4极△/2Y双速绕组布线接线图

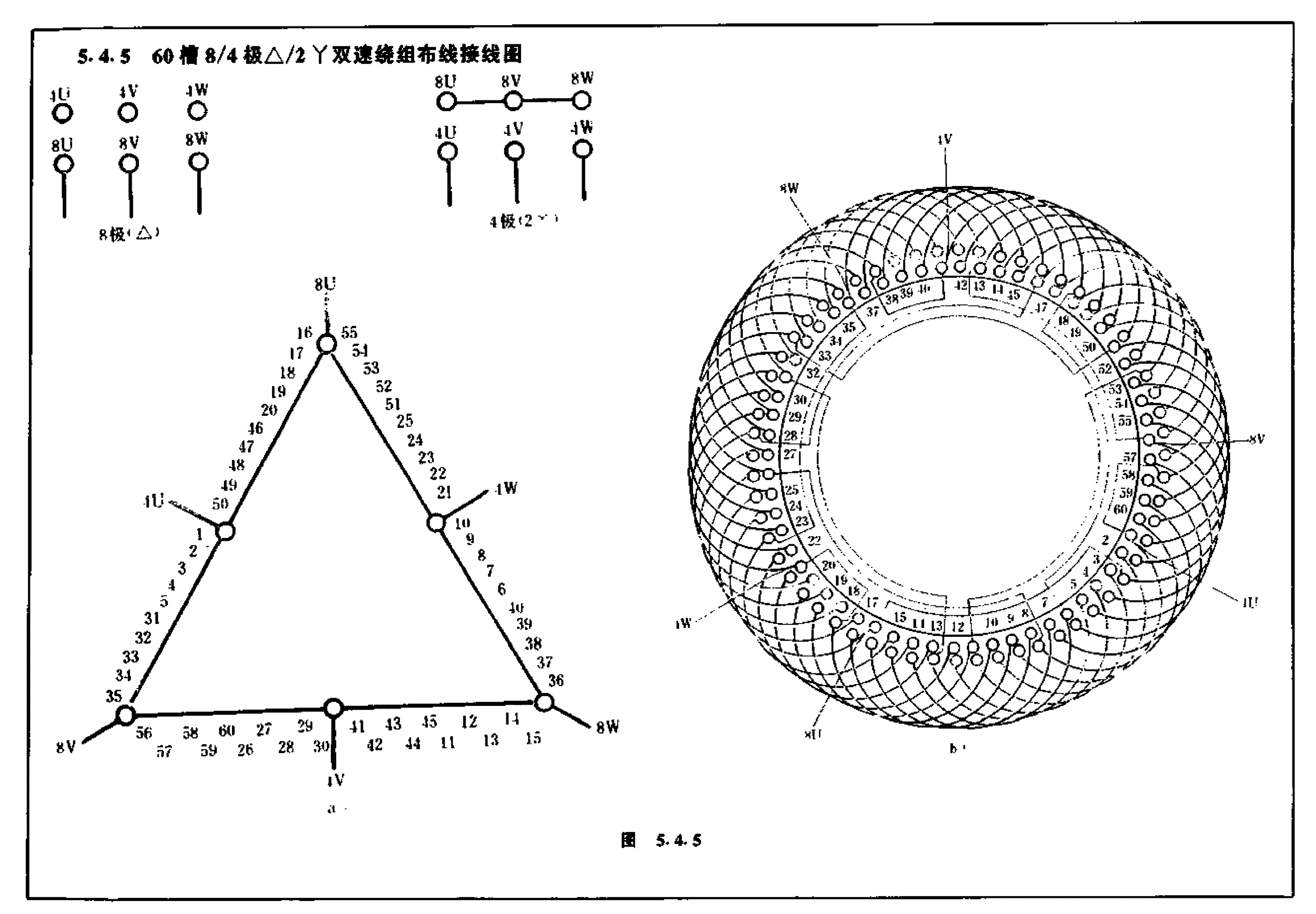


图 5.4.5

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=60$　　每组圈数　$S=5$

电机极数　$2p=8/4$　　线圈节距　$Y=8$

绕组接法　△/2Y　　分布系数　$K_{d8}=0.833$　$K_{d4}=0.957$

总线圈数　$Q=60$　　节距系数　$K_{p8}=0.995$　$K_{p4}=0.743$

线圈组数　$u=12$　　绕组系数　$K_{dp8}=0.829$　$K_{dp4}=0.711$

2. 绕组排列　　绕组为倍极比正规分布方案。双速绕组排列表如下：

表 5.4.5(a)　60 槽 8/4 极双速绕组排列表

槽　　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4　　极	U	U	U	U	U	-W	-W	-W	-W	-W	V	V	V	V	V	-U	-U	-U	-U	-U
8　　极	U	U	U	U	U	W	W	W	W	W	V	V	V	V	V	U	U	U	U	U
反向指示						*	*	*	*	*						*	*	*	*	*

槽　　号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
4　　极	W	W	W	W	W	-V	-V	-V	-V	-V	U	U	U	U	U	-W	-W	-W	-W	-W
8　　极	W	W	W	W	W	V	V	V	V	V	U	U	U	U	U	W	W	W	W	W
反向指示						*	*	*	*	*						*	*	*	*	*

槽　　号	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
4　　极	V	V	V	V	V	-U	-U	-U	-U	-U	W	W	W	W	W	-V	-V	-V	-V	-V
8　　极	V	V	V	V	V	U	U	U	U	U	W	W	W	W	W	V	V	V	V	V
反向指示						*	*	*	*	*						*	*	*	*	*

3. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 5.4.5(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	59	60	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12	
	上层										59		60		1		2		3		4

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	……			93	94	95	96	97	98	99	100
嵌入槽号	下层	13		14		15		16		17	……			19		50		51		52	
	上层		5		6		7		8		……				41		42		43		44

嵌绕次序		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
嵌入槽号	下层	53		54		55		56		57		58									
	上层		45		46		47		48		49		50	51	52	53	54	55	56	57	58

4. 特点及应用　　本绕组为倍极比正规分布方案。每相由两变极组构成，每变极组均有两个五联线圈组；一路△形接线是 8 极，二路Y形为 4 极。两种极数下的转向相反。本变极绕组属变距特性，但由于选用跨 8 槽的线圈节距，使实际变速特性近于恒功率输出，其功率输出比 $P8/P4=1.01$，转矩比 $T8/T4=2.02$。主要应用实例有 JDO3－160S、JDO3－160M 四速电动机中的 8/4 极双速绕组。

5.4.6 72槽8/4极△/2丫双速绕组布线接线图之一

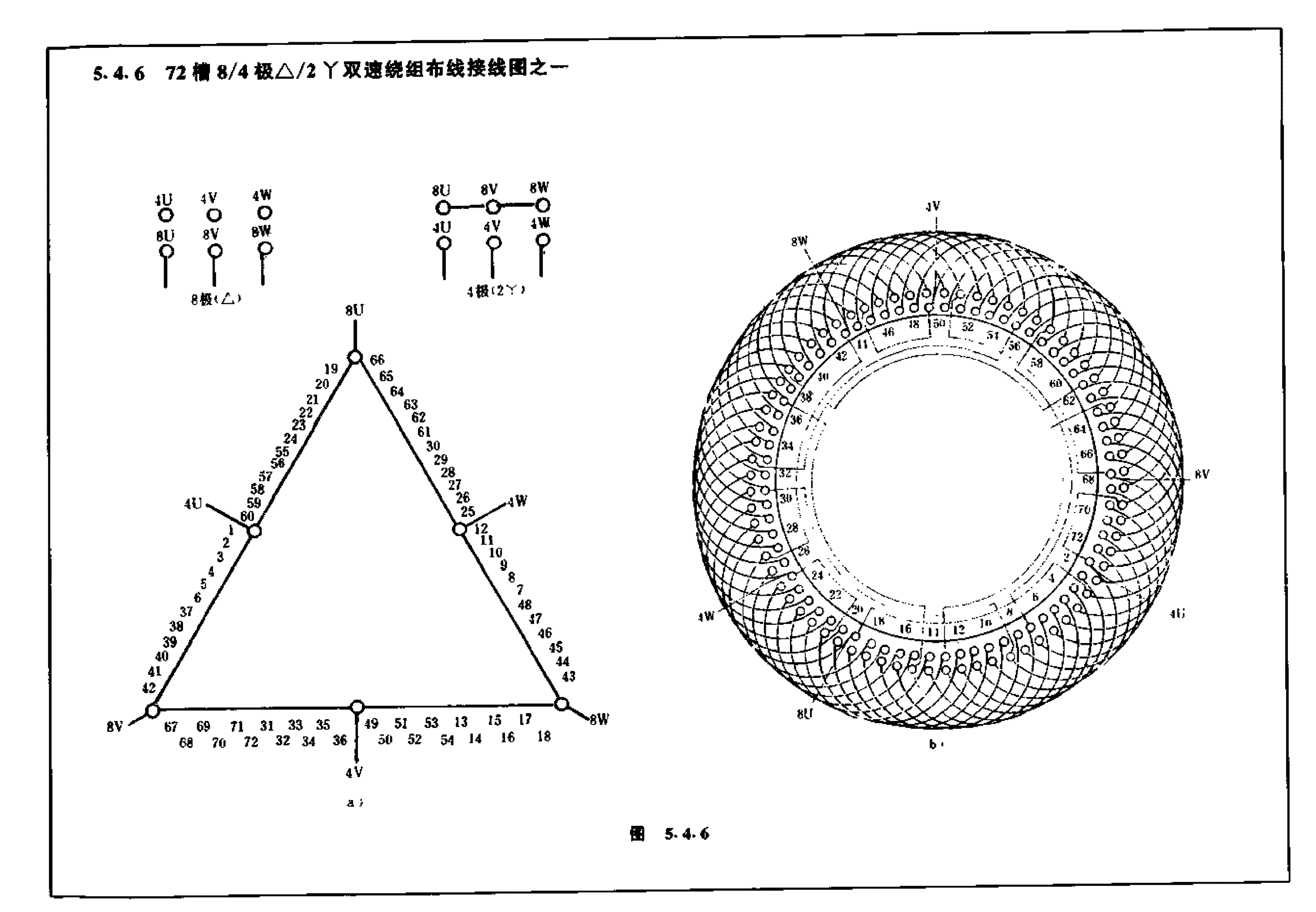


图 5.4.6

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　　每组圈数　$S=6$

电机极数　$2p=8/4$　　线圈节距　$Y=9$

绕组接法　△/2Y　　分布系数　$K_{d8}=0.831$　$K_{d4}=0.956$

总线圈数　$Q=72$　　节距系数　$K_{p8}=1.0$　$K_{p4}=0.707$

线圈组数　$u=12$　　绕组系数　$K_{dp8}=0.831$　$K_{dp4}=0.676$

2. 绕组排列　本例是倍极比正规分布绕组，以4极为基准，反向法得8极。双速绕组排列表如下：

表 5.4.6(a)　72槽8/4极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4　极	U	U	U	U	U	U	−W	−W	−W	−W	−W	−W	V	V	V
8　极	U	U	U	U	U	U	W	W	W	W	W	W	V	V	V
反向指示							*	*	*	*	*	*			

槽　号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4　极	V	V	V	−U	−U	−U	−U	−U	−U	W	W	W	W	W	W
8　极	V	V	V	U	U	U	U	U	U	W	W	W	W	W	W
反向指示				*	*	*	*	*	*						

槽　号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
4　极	−V	−V	−V	−V	−V	−V	U	U	U	U	U	U	−W	−W	−W
8　极	V	V	V	V	V	V	U	U	U	U	U	U	W	W	W
反向指示	*	*	*	*	*	*							*	*	*

槽　号	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
4　极	−W	−W	−W	V	V	V	V	V	V	−U	−U	−U	−U	−U	−U
8　极	W	W	W	V	V	V	V	V	V	U	U	U	U	U	U
反向指示	*	*	*							*	*	*	*	*	*

(续)

槽　号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72		
4　极	W	W	W	W	W	W	−V	−V	−V	−V	−V	−V		
8　极	W	W	W	W	W	W	V	V	V	V	V	V		
反向指示							*	*	*	*	*	*		

3. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为9。嵌线顺序见下表：

表 5.4.6(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	70	71	72	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12
	上层											70		71		72		1		2	

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	……	117	118	119	120	121	122	123	124
嵌入槽号	下层		13		14		15		16		……		61		62		63		64
	上层	3		4		5		6		7	……	51		52		53		54	

嵌绕次序		125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
嵌入槽号	下层		65		66		67		68		69										
	上层	55		56		57		58		59		60	61	62	63	64	65	66	67	68	69

4. 特点及应用　本例为正规分布反转向变极方案。4极为60°相带，8极是庶极。每组线圈数相等，即每组由6只线圈组成，两组构成一变极组，每相则由2变极组串联而成，其中间抽头为4极电源进线端。双速绕组是△/2Y接线，双速电动机属可变转矩特性，转矩比 $T8/T4=2.13$，功率比 $P8/P4=1.06$。主要应用实例有JDO2−91−8/4、JOB−TH−8/4等。

5.4.7　72 槽 8/4 极△/2 Y 双速绕组布线接线图之二

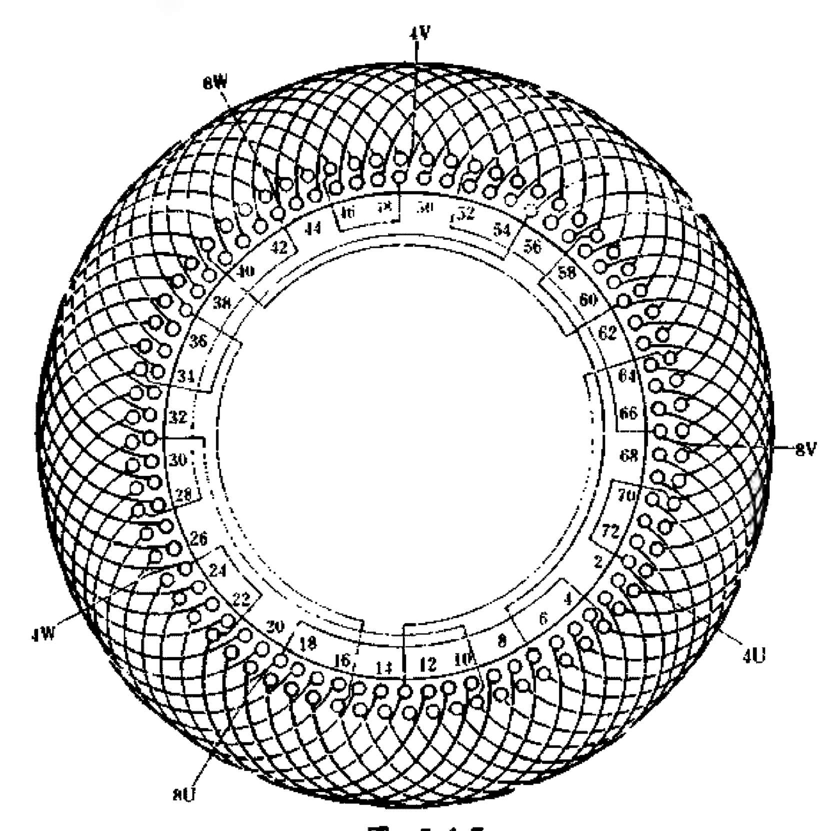


图　5.4.7

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=72$	每组圈数	$S=6$
电机极数	$2p=8/4$	线圈节距	$Y=10$
绕组接法	△/2 Y	分布系数	$K_{d8}=0.831$　$K_{d4}=0.956$
总线圈数	$Q=72$	节距系数	$K_{p8}=0.985$　$K_{p4}=0.766$
线圈组数	$u=12$	绕组系数	$K_{dp8}=0.819$　$K_{dp4}=0.732$

2. 绕组排列　本例绕组是倍极比正规分布方案。4 极为 60°相带，8 极是 120°相带，绕组排列表同上例。

3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线。先嵌下层边，嵌好一槽往后退，嵌至 10 槽后开始整嵌。嵌线顺序见下表：

表 5.4.7　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	71	72	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12	
	上层												71		72		1		2

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	13		14		15		16		17		18		19		20		21	
	上层		3		4		5		6		7		8		9		10		11

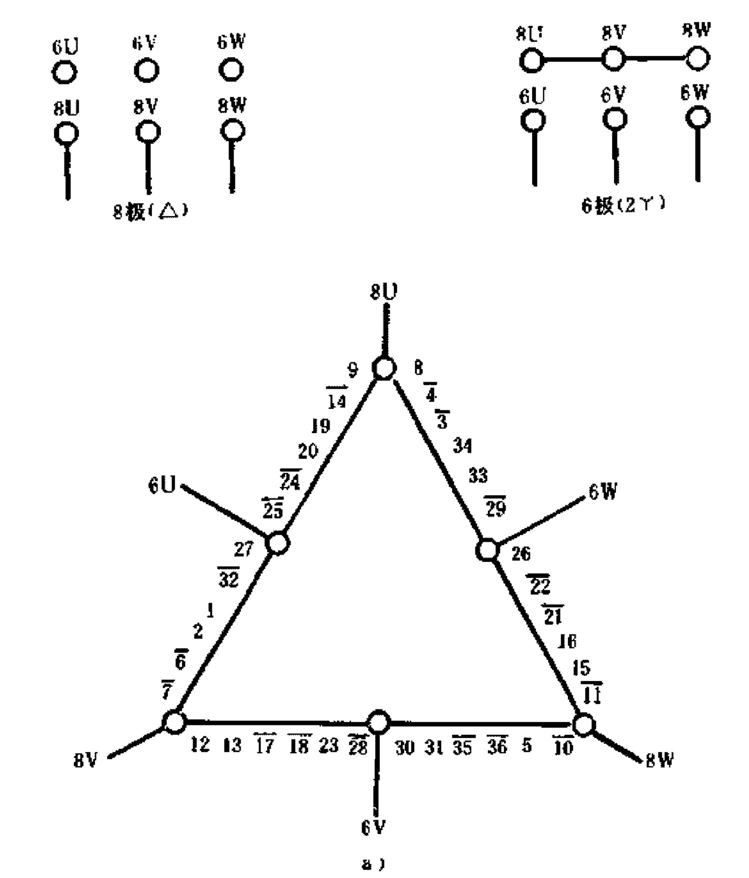
嵌绕次序		37	38	……	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
嵌入槽号	下层	22		……		70											
	上层		12	……	59		60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

4. 特点及应用　本例绕组特点基本同上例，但节距增宽一槽，两种极数下的绕组系数较为接近。双速输出转矩比 $T8/T4=1.938$，功率比 $P8/P4=0.969$。主要实例有 JDO3－225S 三速电动机中的 8/4 极及 JDO3－250S 四速电动机中的 8/4 极绕组。

5.5 8/6 极双速绕组

8/6 极是非倍极比双速电动机，属于近极比的低速变速电动机，实际应用不多，故产品规格也不多。主要采用△/2丫接法，双速输出属可变转矩特性。

5.5.1 36 槽 8/6 极△/2丫双速绕组布线接线图之一



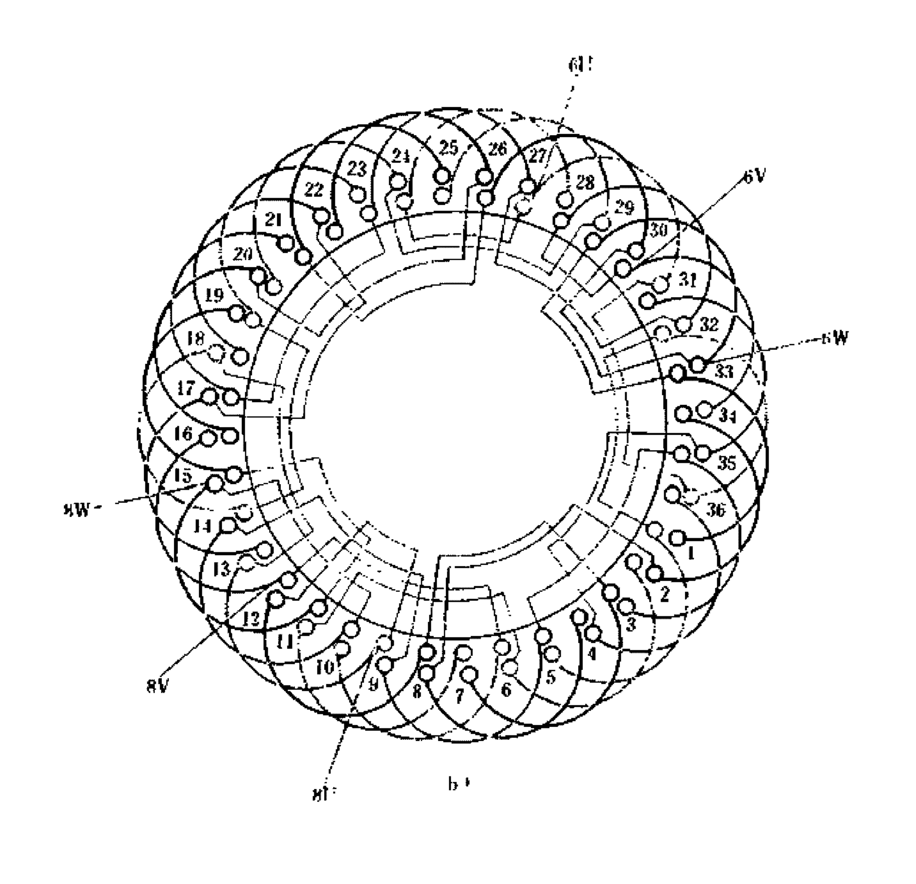


图 5.5.1

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　　每组圈数　$S\neq$

电机极数　$2p=8/6$　　线圈节距　$Y=4$

绕组接法　△/2Y　　分布系数　$K_{d8}=0.831$　$K_{d6}=0.88$

总线圈数　$Q=36$　　节距系数　$K_{p8}=0.985$　$K_{p6}=0.866$

线圈组数　$u=24$　　绕组系数　$K_{dp8}=0.819$　$K_{dp6}=0.762$

2. 绕组排列　本例以120°相带分数槽的8极绕组为基准，用非正规分布排出6极，双速绕组排列表如下：

表 5.5.1(a)　36槽8/6极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8　极	U	U	−W	−W	V	−U	−U	W	U	−V	−W	V
6　极	U	U	−W	−W	V	−U	−U	W	−U	−V	W	−V
反向指示									*		*	*
槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8　极	V	−U	W	W	−V	−V	U	U	−W	−W	V	−U
6　极	−V	U	−W	−W	V	V	−U	−U	W	W	−V	U
反向指示	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
槽　号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
8　极	−U	W	U	−V	−W	V	V	−U	W	W	−V	−V
6　极	U	−W	U	V	−W	V	V	−U	W	W	−V	−V
反向指示	*	*		*								

3. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为4。嵌线顺序见下表：

表 5.5.1(b)　交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号 下层	1	2	3	4	5		6		7		8		9		10		11		12	
嵌入槽号 上层						1		2		3		4		5		6		7		8
嵌绕次序	21	22	23	24	25	26	27	28	29		45	46	47	48	49	50	51	52		
嵌入槽号 下层	13		14		15		16		17		25		26		27		28			
嵌入槽号 上层		9		10		11		12				21		22		23		24		
嵌绕次序	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号 下层	29		30		31		32		33		34		35		36					
嵌入槽号 上层		25		26		27		28		29		30		31		32	33	34	35	36

4. 特点及应用　本例为非倍极比不规则分布方案，变极时转向相同。每组线圈数不相等，即每相各线圈组分布为2、4、4、2，两种极数的绕组系数较正规分布高。适用于要求两种转速下功率输出较接近的场合，功率比 $P8/P6=0.931$，转矩比 $T8/T6=1.241$。本方案为双速电动机常用的绕组，主要应用实例有YD132M−8/6等。

5.5.2 36槽8/6极△/2Y双速绕组布线接线图之二

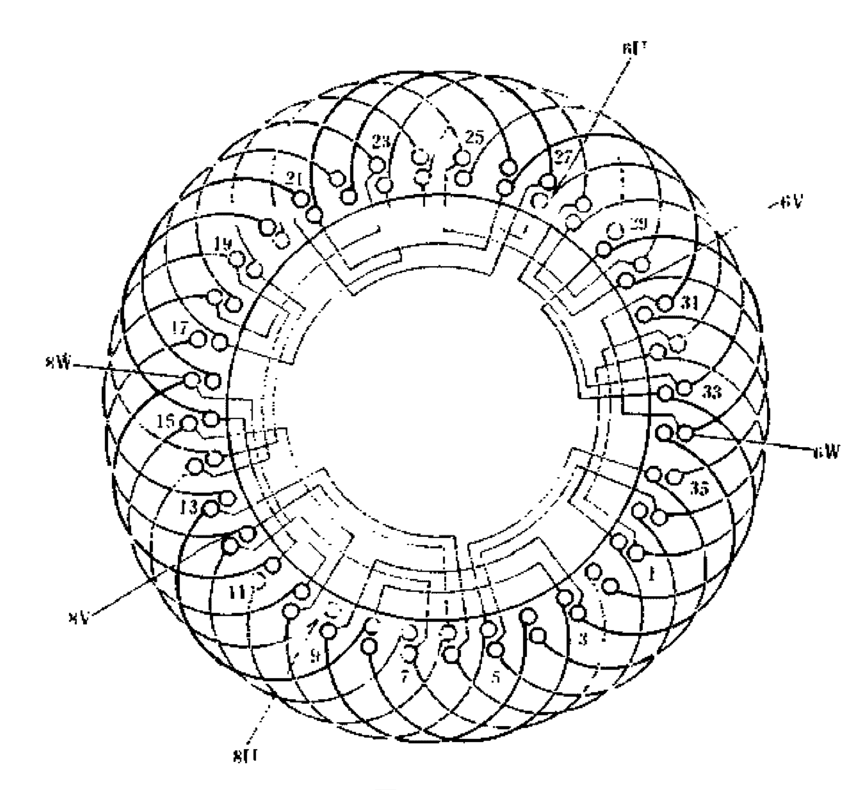


图 5.5.2

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S\neq$
电机极数	$2p=8/6$	线圈节距	$Y=5$
绕组接法	△/2Y	分布系数	$K_{d8}=0.831$ $K_{d6}=0.88$
总线圈数	$Q=36$	节距系数	$K_{p8}=0.985$ $K_{p6}=0.966$
线圈组数	$u=24$	绕组系数	$K_{dp8}=0.819$ $K_{dp6}=0.85$

2. 绕组排列　本例8极为120°相带分数槽绕组。6极为非正规分布，每相分布为2、4、4、2。绕组排列表同上例。

3. 嵌线方法　绕组采用交叠嵌线法，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表 5.5.2 交叠法

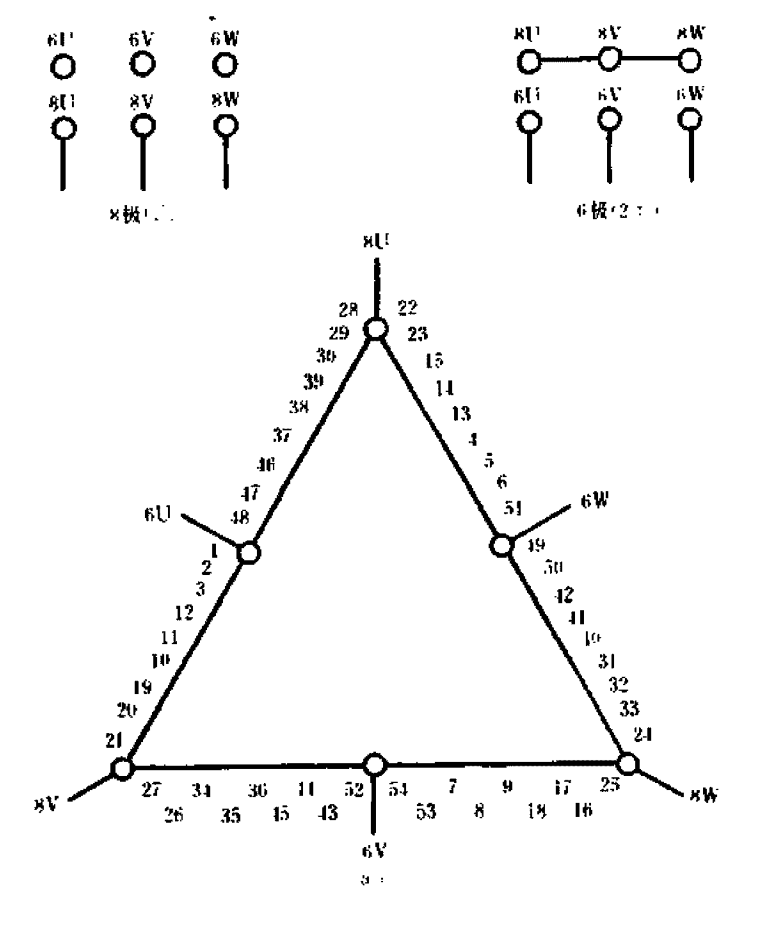
嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号 下层	35	36	1	2	3	4		5		6		7		8		9		10		11
嵌入槽号 上层							35		36		1		2		3		4		5	

嵌绕次序	21	22	23	24	25	26	27	28	29	……			45	46	47	48	49	50	51	52
嵌入槽号 下层		12		13		14		15		……				24		25		26		27
嵌入槽号 上层	6		7		8		9		10	……			18		19		20		21	

嵌绕次序	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号 下层		28		29		30		31		32		33		34						
嵌入槽号 上层	22		23		24		25		26		27		28		29	30	31	32	33	34

4. 特点及应用　绕组特点同上例，但线圈节距放长一槽，两种极数的绕组系数更接近，双速电动机的输出特性更趋向于等矩输出，转矩比 $T8/T6=1.11$，功率比 $P8/P6=0.834$。主要应用实例有YD100L－8/6、JDO2－41－8/6等。

5.5.3 54槽8/6极△/2Y双速绕组布线接线图



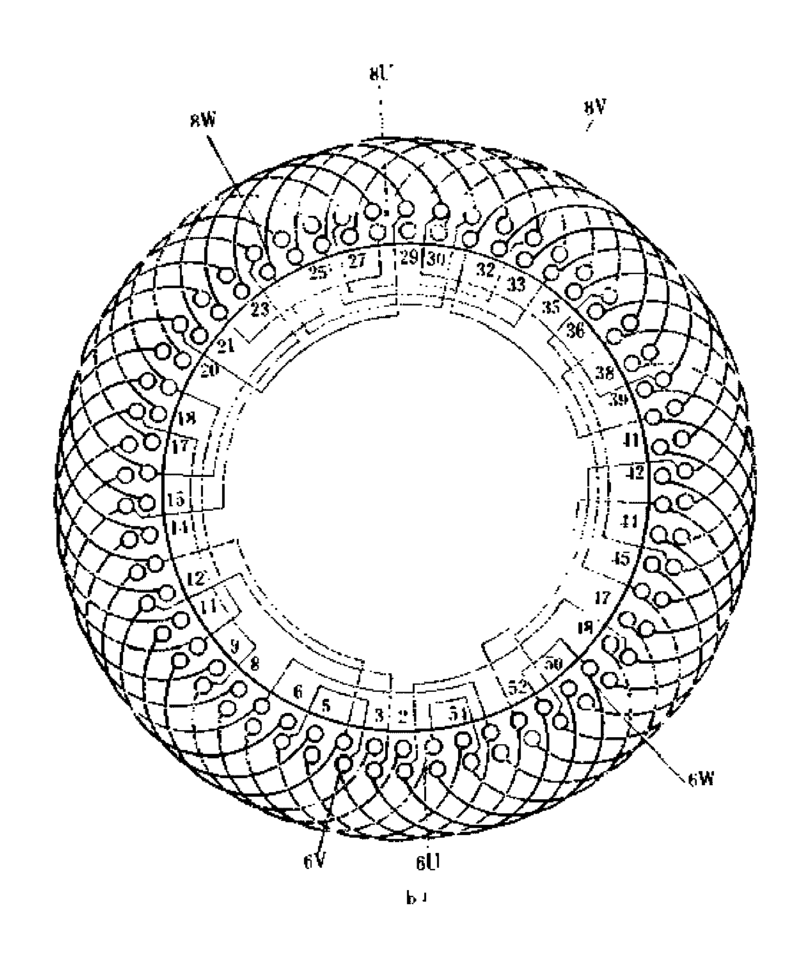


图 5.5.3

1. 绕组系数

定子槽数　$Z=54$　　每组圈数　$S\neq$

电机极数　$2p=8/6$　　线圈节距　$Y=6$

绕组接法　△/2Y　　分布系数　$K_{d8}=0.62$　$K_{d6}=0.96$

总线圈数　$Q=54$　　节距系数　$K_{p8}=0.985$　$K_{p6}=0.866$

线圈组数　$u=22$　　绕组系数　$K_{dp8}=0.61$　$K_{dp6}=0.83$

2. 绕组排列　本例 6 极为 60°相带正规分布，反向法排出非正规分布 8 极绕组。排列表如下：

表 5.5.3(a)　54 槽 8/6 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6　极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U	W	W
8　极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U	W	W
反向指示														

槽　号	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
8　极	W	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U
6　极	W	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	W	V	−V	−V	U
反向指示										*		*	*	*

槽　号	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
6　极	−U	−U	W	W	W	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	−W
8　极	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W
反向指示	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

（续）

槽　号	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
6　极	V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W	−V	−V	−V
8　极	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	W	V	−V	−V
反向指示	*	*	*	*	*	*	*	*		*		

3. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 5.5.3(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12	
	上层								1		2		3		4		5		6

嵌绕次序		19	20	21	……	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	13		14	……	52		53		54							
	上层		7		……		46		47		48	49	50	51	52	53	54

4. 特点及应用　本方案是以 6 极为基准变极，8 极时绕组系数较低，两种转速的转向相同。双速电动机为可变转矩输出特性，转矩比 $T8/T6=0.849$，功率比 $P8/P6=0.636$。主要应用实例有 JDO2−51−8/6 等。

5.6　12/6 极双速绕组

12/6 极也是倍极比正规分布变极绕组，常以 60°相带的 6 极为基准，反向法得 120°相带的 12 极绕组。此变极绕组可有多种接法，但实用电机产品多采用△/2Y 接法，个别则有用 3△/6Y 接法。输出特性为可变转矩特性。

5.6.1 36槽12/6极△/2丫双速绕组布线接线图

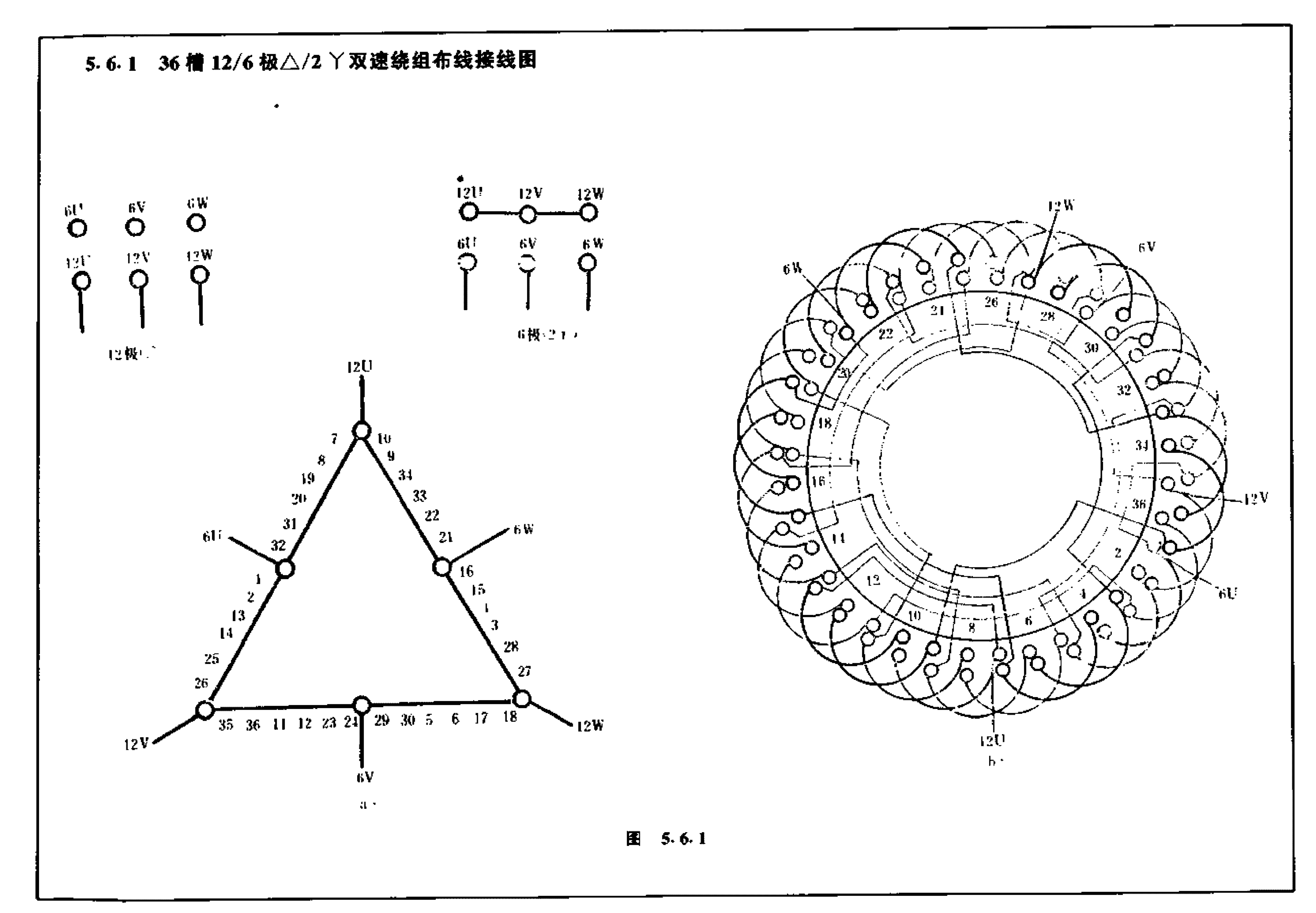


图 5.6.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=2$

电机极数 $2p=12/6$ 线圈节距 $Y=3$

绕组接法 △/2Y 分布系数 $K_{d12}=0.866$ $K_{d6}=0.966$

总线圈数 $Q=36$ 节距系数 $K_{p12}=1.0$ $K_{p6}=0.707$

线圈组数 $u=18$ 绕组系数 $K_{dp12}=0.866$ $K_{dp6}=0.683$

2. 绕组排列 倍极绕组 6 极为 60°相带正规绕组，用庶极接法得 12 极。双速绕组排列表如下：

表 5.6.1(a) 36 槽 12/6 极双速绕组排列表

槽 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6 极	U	U	−W	−W	V	V	−U	−U	W	W	−V	−V
12 极	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V
反向指示			*	*			*	*			*	*
槽 号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6 极	U	U	−W	−W	V	V	−U	−U	W	W	−V	−V
12 极	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V
反向指示			*	*			*	*			*	*
槽 号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
6 极	U	U	−W	−W	V	V	−U	−U	W	W	−V	−V
12 级	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V
反向指示			*	*			*	*			*	*

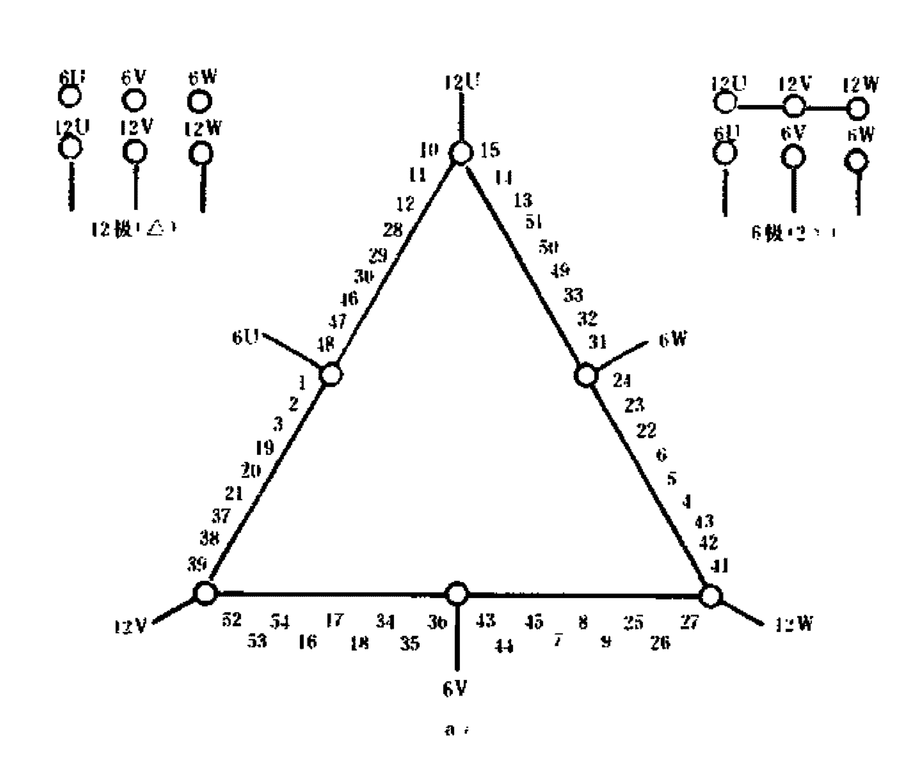
3. 嵌线方法 采用交叠法嵌线，吊边数为 3。嵌线顺序见下表：

表 5.6.1(b) 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	1	2	3		4		5		6		7		8		9		10
	上层					36		1		2		3		4		5		6	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		11		12		13		14		15		16		17		18		19
	上层	7		8		9		10		11		12		13		14		15	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		20		21		22		23		24		25		26		27		28
	上层	16		17		18		19		20		21		22		23		24	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		29		30		31		32		33		34		35				
	上层	25		26		27		28		29		30		31		32	33	34	35

4. 特点及应用 本例为倍极比正规分布方案，并以 6 极为基准，按 60°相带排列绕组。每组线圈数相等，即每相由两变极组构成，每变极组由 3 组双联串联而成。12 极是庶极绕组，接成一路△形，接线原理如图 a 所示，即把两变极组间的抽头 6U、6V、6W 空出不接，将 12U、12V、12W 接入电源；6 极则把 12U、12V、12W 连成星点，电源从 6U、6V、6W 进入。双速绕组为反转向；输出属可变转矩特性，但接近于等功率输出。主要用于小容量电动机，应用实例有 YD160L−12/6、YD160M−12/6 等。

5.6.2 54 槽 12/6 极△/2丫双速绕组布线接线图



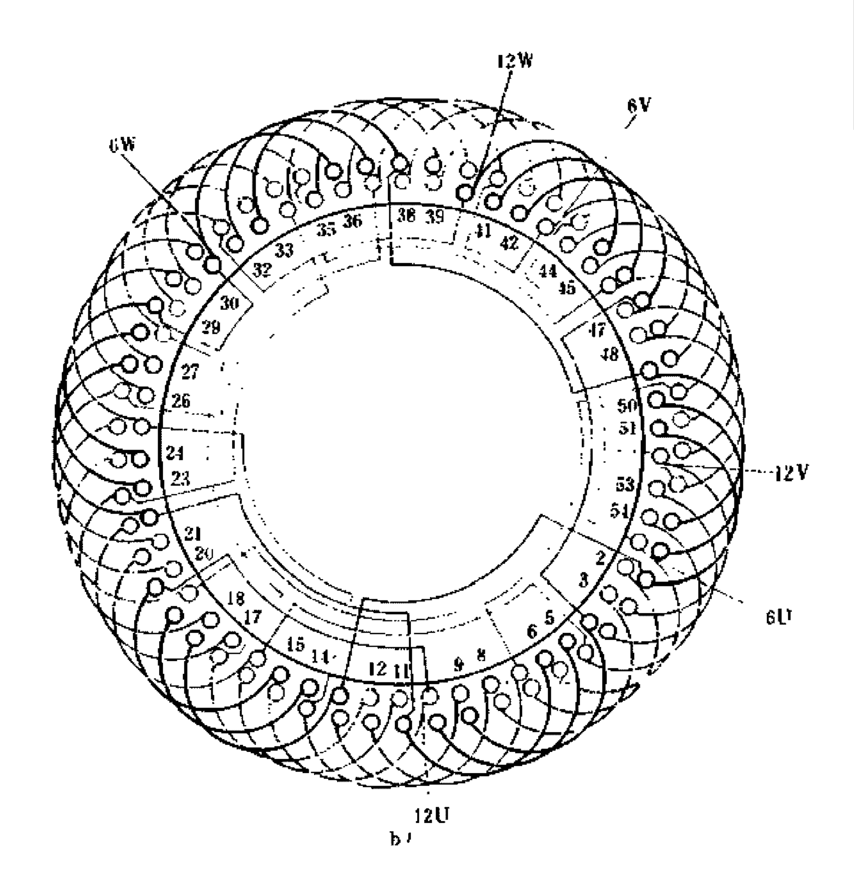


图 5.6.2

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=54$　　每组圈数　$S=3$

电机极数　$2p=12/6$　　线圈节距　$Y=5$

绕组接法　△/2Y　　分布系数　$K_{d12}=0.844$　$K_{d6}=0.96$

总线圈数　$Q=54$　　节距系数　$K_{p12}=0.985$　$K_{p6}=0.766$

线圈组数　$u=18$　　绕组系数　$K_{dp12}=0.831$　$K_{dp6}=0.735$

2. 绕组排列　绕组采用倍极比正规分布，以 6 极为基准，反向法获得 12 极庶极绕组。双速绕组排列表如下：

表 5.6.2(a)　54 槽 12/6 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6　极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U	W	W
12　极	U	U	U	W	W	W	V	V	V	U	U	U	W	W
反向指示				*	*	*				*	*	*		

槽　号	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
6　极	W	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U
12　极	W	V	V	V	U	U	U	W	W	W	V	V	V	U
反向指示		*	*	*				*	*	*				*

槽　号	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
6　极	−U	−U	W	W	W	V	V	V	U	U	U	−W	−W	−W
12　极	U	U	W	W	W	V	V	V	U	U	U	W	W	W
反向指示	*	*				*	*	*				*	*	*

槽号	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
6　极	V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W	−V	−V	−V	
12　极	V	V	V	U	U	U	W	W	W	V	V	V	
反向指示				*	*	*				*	*	*	

3. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线顺序见下表：

表 5.6.2(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12		13		14
	上层							3		4		5		6		7		8	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		15		16		17		……		47		48		49		50
	上层	9		10		11		12	……	41		42		43		44	

嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		51		52		53		54		1		2						
	上层	45		46		47		48		49		50		51	52	53	54	1	2

4. 特点及应用　本例为倍极比正规分布反转向方案。6 极为 60°相带，12 极为 120°相带。每组线圈数相等，线圈节距也较短，嵌绕比较方便。本绕组属可变转矩输出特性，但功率比 $P12/P6=0.979$，转矩比 $T12/T6=1.95$，但接近于恒功率输出特性。主要应用实例有 YD180L－12/6、JDO3－160S－12/6 等。

5.6.3 72槽12/6极△/2Y双速绕组布线接线图

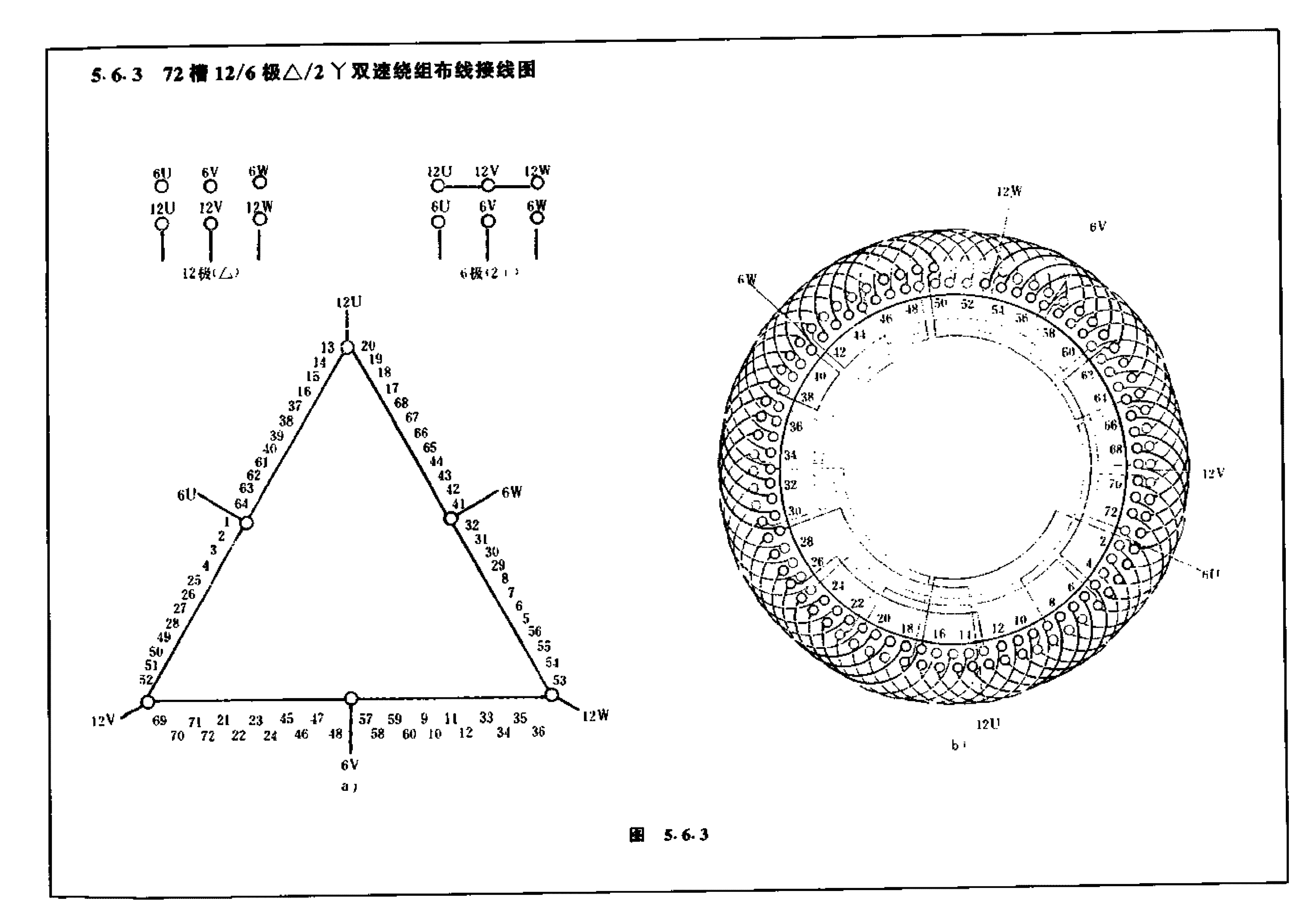


图 5.6.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　　每组圈数　$S=4$

电机极数　$2p=12/6$　　线圈节距　$Y=6$

绕组接法　△/2Y　　分布系数　$K_{d12}=0.836$　$K_{d6}=0.958$

总线圈数　$Q=72$　　节距系数　$K_{p12}=1.0$　$K_{p6}=0.707$

线圈组数　$u=18$　　绕组系数　$K_{dp12}=0.836$　$K_{dp6}=0.677$

2. 绕组排列　绕组采用正规分布，以6极为基准排出，再将部分线圈反向得12极。双速绕组排列表如下：

表 5.6.3(a)　72槽12/6极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6　极	U	U	U	U	-W	-W	-W	-W	V	V	V	V	-U	-U	-U
12　极	U	U	U	U	W	W	W	W	V	V	V	V	U	U	U
反向指示					*	*	*	*					*	*	*

槽　号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6　极	-U	W	W	W	W	-V	-V	-V	-V	U	U	U	U	-W	-W
12　极	U	W	W	W	W	V	V	V	V	U	U	U	U	W	W
反向指示	*					*	*	*	*					*	*

槽　号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
6　极	-W	-W	V	V	V	V	-U	-U	-U	-U	W	W	W	W	-V
12　极	W	W	V	V	V	V	U	U	U	U	W	W	W	W	V
反向指示	*	*					*	*	*	*					*

槽　号	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
6　极	-V	-V	-V	U	U	U	U	-W	-W	-W	-W	V	V	V	V
12　极	V	V	V	U	U	U	U	W	W	W	W	V	V	V	V
反向指示	*	*	*					*	*	*	*				

（续）

槽　号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72			
6　极	-U	-U	-U	-U	W	W	W	W	-V	-V	-V	-V			
12　极	U	U	U	U	W	W	W	W	V	V	V	V			
反向指示	*	*	*	*					*	*	*	*			

3. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为6。嵌线顺序见下表：

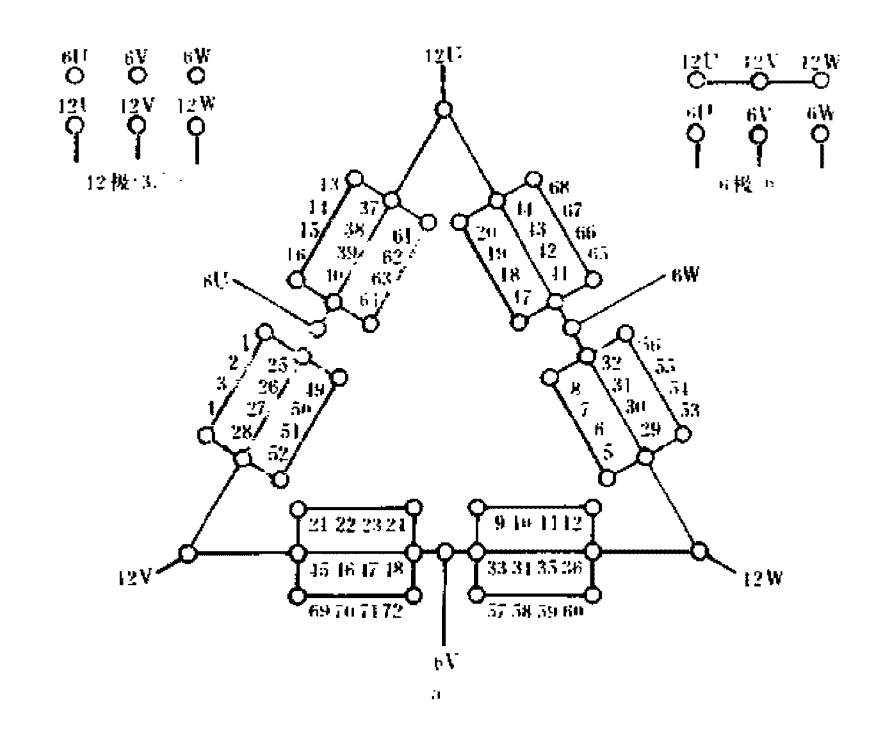
表 5.6.3(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13		14	
	上层								3		4		5		6		7		8

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	15		16		17		18	……	2							
	上层		9		10		11		……		68	69	70	71	72	1	2

4. 特点及应用　本例为倍极比正规分布绕组，6极为60°相带显极式，12极是120°相带的庶极式绕组，两种极数下的转向相反。本绕组全部由四联组构成，线圈绕制、嵌线及接线都比较方便。双速电动机的输出特性属可变转矩方案，但功率比 $P12/P6=1.069$，转矩比 $T12/T6=2.14$，故实际接近于恒功率输出特性。主要应用实例有 JDO2-91-12/6、JDO3-250S-12/6 等。

5.6.4 72槽12/6极3△/6丫双速绕组布线接线图



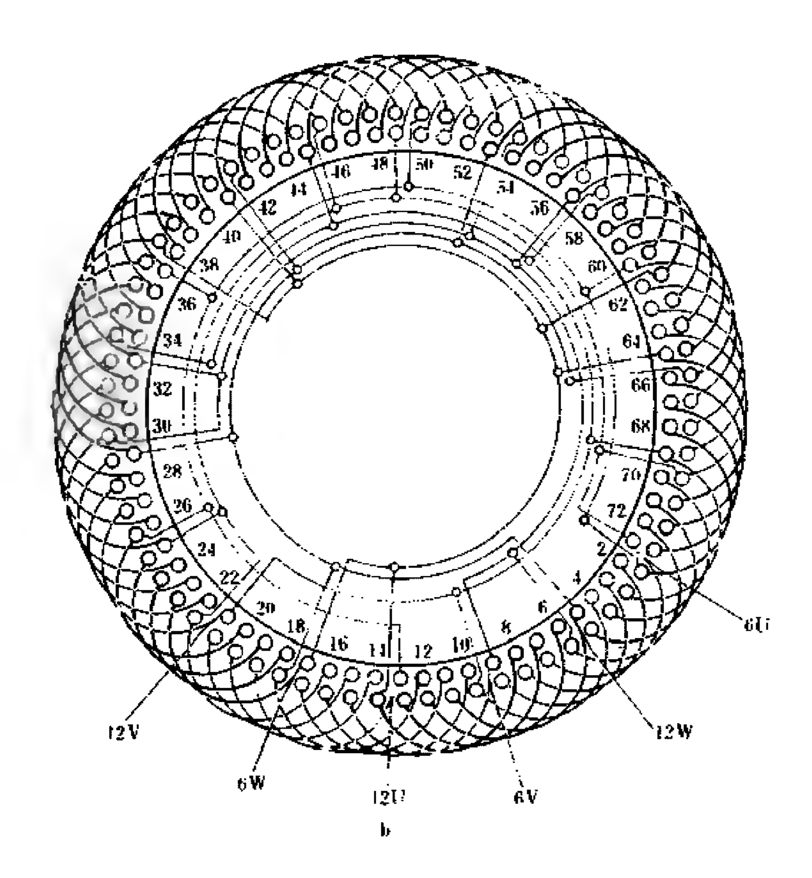


图 5.6.4

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　　每组圈数　$S=4$

电机极数　$2p=12/6$　　线圈节距　$Y=6$

绕组接法　△/2Y　　分布系数　$K_{d12}=0.836$　$K_{d6}=0.958$

总线圈数　$Q=72$　　节距系数　$K_{p12}=1.0$　$K_{p6}=0.707$

线圈组数　$u=18$　　绕组系数　$K_{dp12}=0.836$　$K_{dp6}=0.677$

2. 绕组排列　本例为倍极比正规分布绕组，基准极为 6 极，是 60°相带，用反向法排出 12 极，是 120°相带的庶极绕组。双速绕组排列表同上例 5.6.3。

3. 嵌线方法　绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 5.6.4　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	71	72	1	2	3	4	5		6		7		8		9		10	
	上层								71		72		1		2		3		4

(续)

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	11		12		13		14	……	61		62		63		64	
	上层		5		6		7		……		55		56		57		58

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	65		66		67		68		69		70							
	上层		59		60		61		62		63		64	65	66	67	68	69	70

4. 特点及应用　本例为倍极比正规分布绕组，6 极为 60°相带，12 极是 120°相带。绕组每相元件数相等，均由四联线圈组组成，并由 3 个线圈组并联成变极组，两变极组串联成一相绕组，从而构成类似于△/2Y 的形式，其接线原理如图 a 所示。绕组属可变转矩特性，功率比 $P12/P6=1.069$，转矩比 $T12/T6=2.14$，接近于恒功率输出。主要应用实例有 JDO3－225S－12/6 等。

5.7　24/6 极双速绕组

24/6 极双速绕组是交流电梯电动机专用，通常以 24 极的 120°相带庶极绕组为基准，反向部分线圈排出 6 极。产品实例主要应用于 72 槽定子，但近年引进各种电梯生产线，目前已出现各种不同规格的产品。

5.7.1 54槽24/6极Y/2Y双速绕组布线接线图

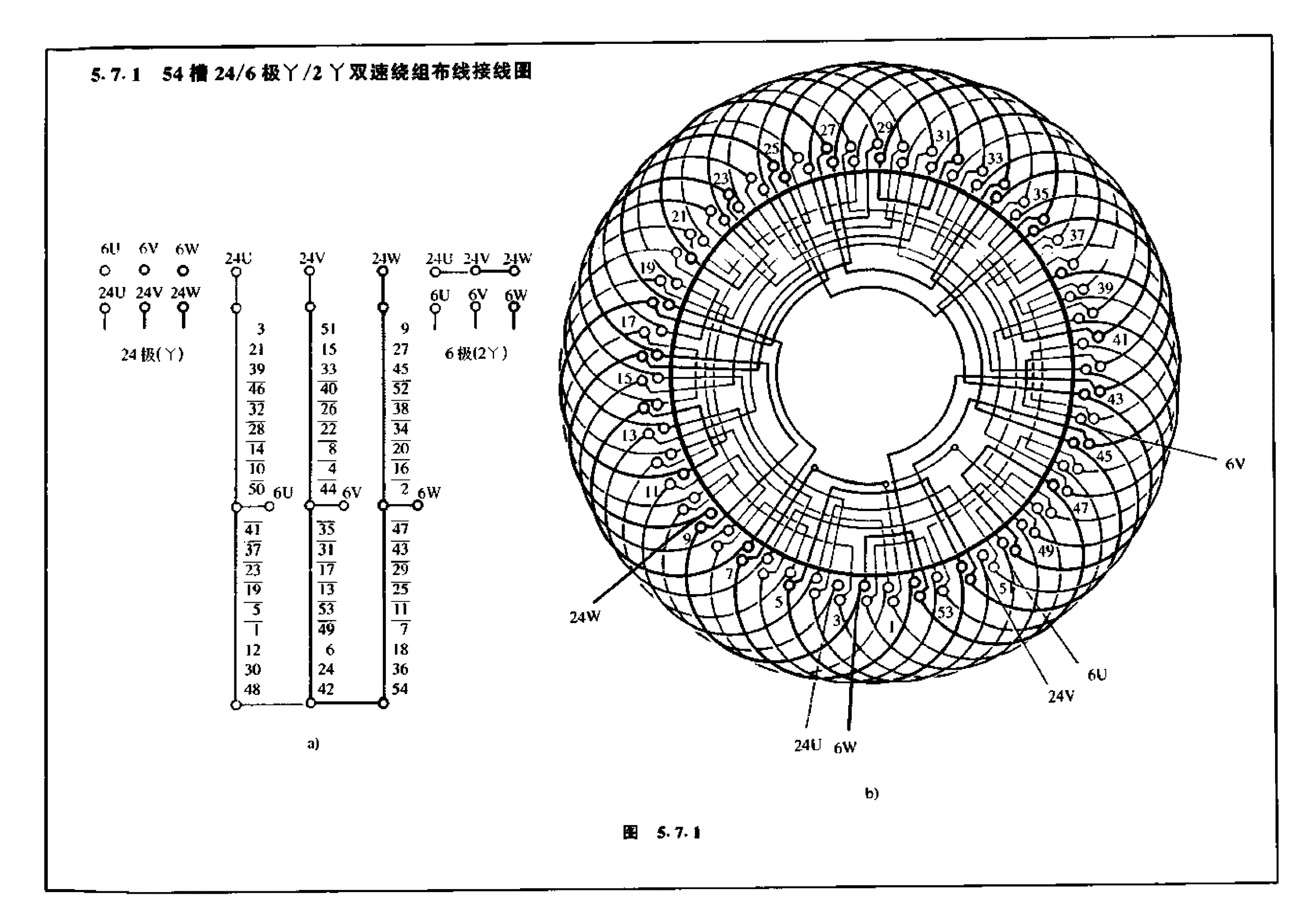


图 5.7.1

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=54$　　每组圈数 $S=1$

电机极数 $2p=24/6$　　线圈节距 $Y=7$

绕组接法 Y/2Y　　分布系数 $K_{d24}=0.776$　$K_{d6}=0.844$

总线圈数 $Q=54$　　节距系数 $K_{p24}=0.997$　$K_{p6}=0.94$

线圈组数 $u=54$　　绕组系数 $K_{dp24}=0.764$　$K_{dp6}=0.793$

2. 绕组排列　　本绕组是非正规分布方案。绕组排列表如下：

表 5.7.1(a)　54 槽 24/6 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
24　极	−U	−W	U	−V	−U	V	−W	−V	W	−U	−W	U	−V	−U
6　极	−U	W	−U	V	−U	V	−W	V	−W	U	−W	U	−V	U
反向指示		*	*	*				*	*	*				*
槽　号	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
24　极	V	−W	−V	W	−U	−W	U	−V	−U	V	−W	−V	W	−U
6　极	−V	W	−V	W	−U	W	−U	V	−U	V	−W	V	−W	U
反向指示	*	*				*	*	*				*	*	*
槽　号	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
24　极	−W	U	−V	−U	V	−W	−V	W	−U	−W	U	−V	−U	V
6　极	−W	U	−V	U	−V	W	−V	W	-U	W	−U	V	−U	V
反向指示				*	*	*				*	*	*		
槽　号	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
24　极	−W	−V	W	−U	−W	U	−V	−U	V	−W	−V	W		
6　极	−W	V	−W	U	−W	U	−V	U	−V	W	−V	W		
反向指示		*	*	*				*	*	*				

3. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，即先嵌入下层边，嵌好一槽(下层边)往后退，嵌至第 8 只线圈开始整嵌。嵌线顺序见下表：

表 5.7.1(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12		13
	上层									1		2		3		4		5	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		14		15		16		……				46		47		48		49
	上层	6		7		8		9	……			38		39		40		41	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		50		51		52		53		54								
	上层	42		43		44		45		46		47	48	49	50	51	52	53	54

4. 特点及应用　　本例为定子槽数较少的交流电梯双速电动机。每组仅有一只线圈，由于线圈组数多，使绕组接线非常繁琐，故本例将每变极组中的同极性和反极性的线圈分别串联，从而使接线得以简化。本绕组采用Y/2Y接法，是同转向变极方案，变速特性属恒转矩输出，两种转速下的转矩比 $T24/T6=0.963$，功率比 $P24/P6=0.481$。可见其低速时的功率输出较小，故通常以 6 极运行，24 极作为停车前平层的短时工作。

5.7.2 72槽24/6极Y/2Y双速绕组布线接线图之一

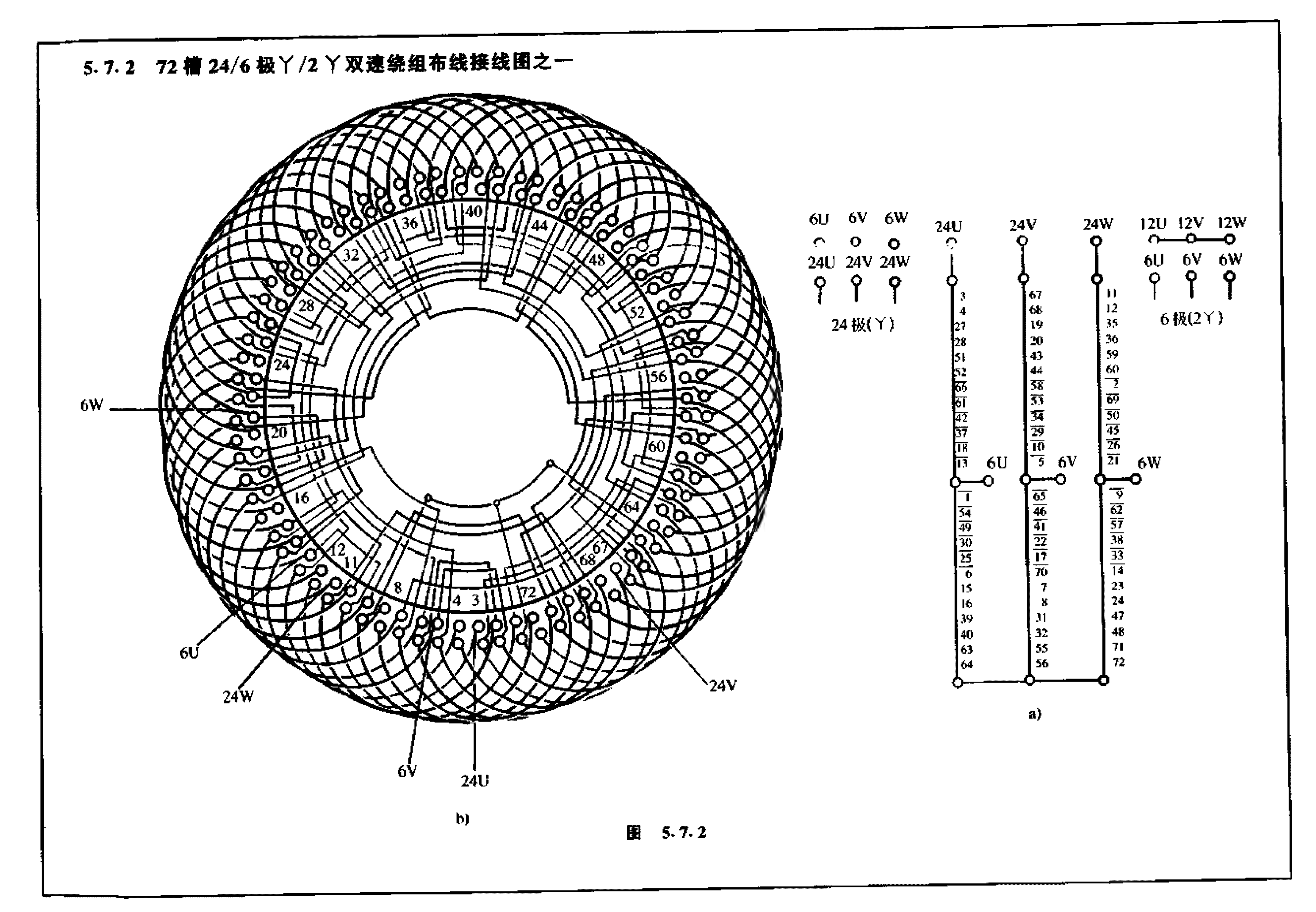


图 5.7.2

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=72$	每组圈数	$S\neq$
电机极数	$2p=24/6$	线圈节距	$Y=9$
绕组接法	Y/2Y	分布系数	$K_{d24}=0.866$ $K_{d6}=0.892$
总线圈数	$Q=72$	节距系数	$K_{p24}=1.0$ $K_{p6}=0.924$
线圈组数	$u=54$	绕组系数	$K_{dp24}=0.866$ $K_{dp6}=0.824$

2. 绕组排列　本例为电梯专用双速电动机绕组。24 极为 120°相带绕组，用反向法获得非正规分布的 6 极绕组。双速绕组排列表如下：

表 5.7.2(a)　72 槽 24/6 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6　极	−U	W	−U	−U	V	−U	V	V	−W	V	−W	−W	U	−W	U
24　极	−U	−W	U	U	−V	−U	V	V	−W	−V	W	W	−U	−W	U
反向指示		*	*	*	*					*	*	*	*		
槽　号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6　极	U	−V	U	−V	−V	W	−V	W	W	−U	W	−U	−U	V	−U
24　极	U	−V	−U	V	V	−W	−V	W	W	−U	−W	U	U	−V	−U
反向指示			*	*	*	*					*	*	*	*	
槽　号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
6　极	V	V	−W	V	−W	−W	U	−W	U	U	−V	U	−V	−V	W
24　极	V	V	−W	−V	W	W	−U	−W	U	U	−V	−U	V	V	−W
反向指示				*	*	*	*					*	*	*	*
槽　号	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
6　极	−V	W	W	−U	W	−U	−U	V	−U	V	V	−W	V	−W	−W
24　极	−V	W	W	−U	−W	U	U	−V	−U	V	V	−W	−V	W	W
反向指示					*	*	*	*					*	*	*
槽　号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72			
6　极	U	−W	U	U	−V	U	−V	−V	W	−V	W	W			
24　极	−U	−W	U	U	−V	−U	V	V	−W	−V	W	W			
反向指示	*					*	*	*	*						

3. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。因绕组有 36 个单圈组和 18 个双圈组，故绕制线圈及嵌线时均要注意按图进行，以免错嵌。嵌线顺序见下表：

表 5.7.2(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13
	上层											72		1		2		3	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		14		15		16		……		64		65		66		67
	上层	4		5		6		7	……	54		55		56		57	

嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		68		69		70		71										
	上层	58		59		60		61		62	63	64	65	66	67	68	69	70	71

4. 特点及应用　本例绕组每组线圈数不等，而且线圈组数较多，线圈绕制及接线都比较耗费工时。为了简化接线，特将每一变极组中不同极性线圈组分两边走线，即线圈组为"+"极性时顺槽序号(顺时向)走线，电流从线圈上层边进入；"−"极性线圈组则逆槽序向走线，电流从上层边流出。绕组采用Y/2Y接线，属恒转矩变极方案，两种转速的转矩比 $T24/T6=1.05$，功率比 $P24/P6=0.525$。此种电动机以 6 极运行，工作定额为 30min，24 极慢速则用于电梯平层，工作定额为 3min。主要应用实例有 YTD225M−24/6、YTD225M2−24/6。

5.7.3 72槽24/6极Y/2Y双速绕组布线接线图之二

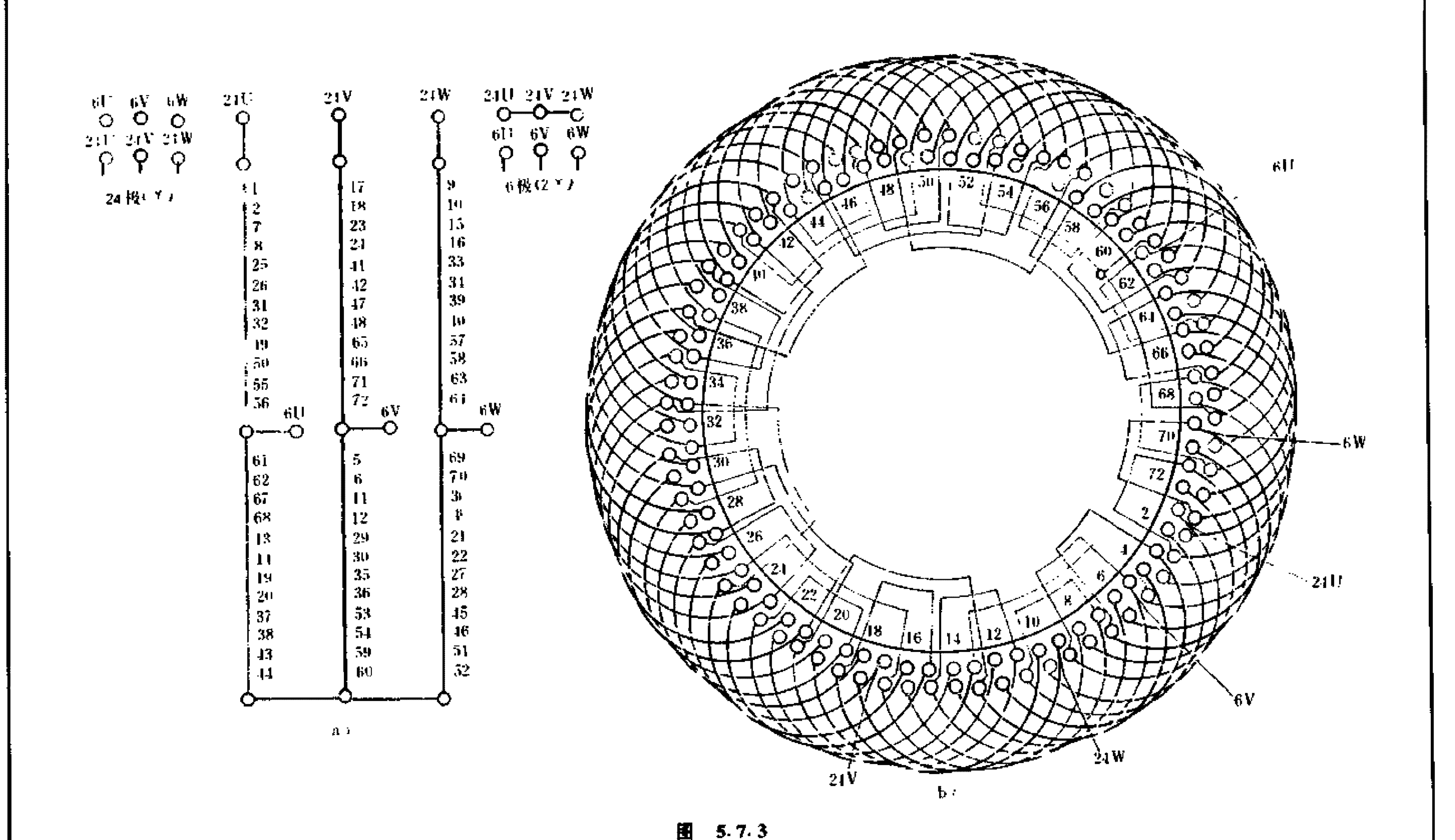


图 5.7.3

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=72$　　每组圈数　$S=2$

电机极数　$2p=24/6$　　线圈节距　$Y=9$

绕组接法　Y/2Y　　分布系数　$K_{d24}=0.866$　$K_{d6}=0.701$

总线圈数　$Q=72$　　节距系数　$K_{p24}=1.0$　$K_{p6}=0.924$

线圈组数　$u=36$　　绕组系数　$K_{dp24}=0.866$　$K_{dp6}=0.648$

2. 绕组排列　本例以庶极布线的 24 极为基准，用反向法排出 6 极绕组。双速绕组排列表如下：

表 5.7.3(a)　72 槽 24/6 极双速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
24　极	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V	U	U	W
6　极	-U	-U	W	W	V	V	-U	-U	-W	-W	V	V	U	U	-W
反向指示	*	*					*	*	*	*					*
槽　号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
24　极	W	V	V	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V
6　极	-W	-V	-V	U	U	W	W	-V	-V	-U	-U	W	W	V	V
反向指示	*	*	*					*	*	*	*				
槽　号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
24　极	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V	U	U	W
6　极	-U	-U	-W	-W	V	V	U	U	-W	-W	-V	-V	U	U	W
反向指示	*	*	*	*					*	*	*	*			
槽　号	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
24　极	W	V	V	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V
6　极	W	-V	-V	-U	-U	W	W	V	V	-U	-U	-W	-W	V	V
反向指示		*	*	*	*					*	*	*	*		

(续)

槽　号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72			
24　极	U	U	W	W	V	V	U	U	W	W	V	V			
6　极	U	U	-W	-W	-V	-V	U	U	W	W	-V	-V			
反向指示			*	*	*	*					*	*			

3. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 5.7.3(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14		15		16		17
	上层											4		5		6		7	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		18		19		20		……				68		69		70		71
	上层	8		9		10		11	……			58		59		60		61	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		72		1		2		3										
	上层	62		63		64		65		66	67	68	69	70	71	72	1	2	3

4. 特点及应用　本例是正规分布的反向变极绕组，它由双联线圈组构成，6 组线圈串联成一变极组，两变极组串联为一相，其中一半在变极时需反向，另一半则不反向。双速绕组接线较上例简单，但 6 极绕组系数较低，将影响电动机负载能力。本例变极接线形式原属恒转矩输出特性，但两种极数的绕组系数相差较远，故实际为变转矩输出，转矩比 $T24/T6=1.336$，功率比 $P24/P6=0.668$。正常运行档为 6 极，24 极仅用于短时工作。主要应用实例有 JTD－333。

5.7.4 72 槽 24/6 极Y/2Y双速绕组布线接线图之三

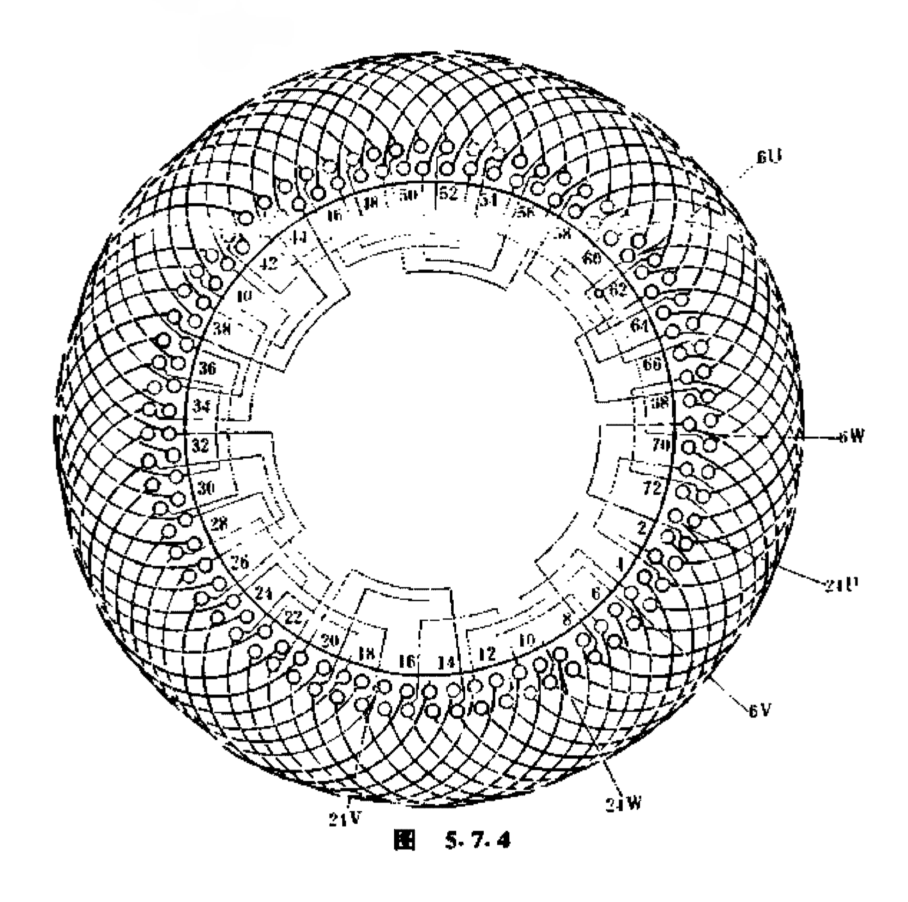


图 5.7.4

1. 绕组参数

定子槽数	$Z=72$	每组圈数	$S=2$	
电机极数	$2p=24/6$	线圈节距	$Y=10$	
绕组接法	Y/2Y	分布系数	$K_{d24}=0.866$	$K_{d6}=0.701$
总线圈数	$Q=72$	节距系数	$K_{p24}=0.866$	$K_{p6}=0.966$
线圈组数	$u=36$	绕组系数	$K_{dp24}=0.75$	$K_{dp6}=0.677$

2. 绕组排列　本例 24 极为庶极，反向得 6 极。双速绕组排列表同上例。

3. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

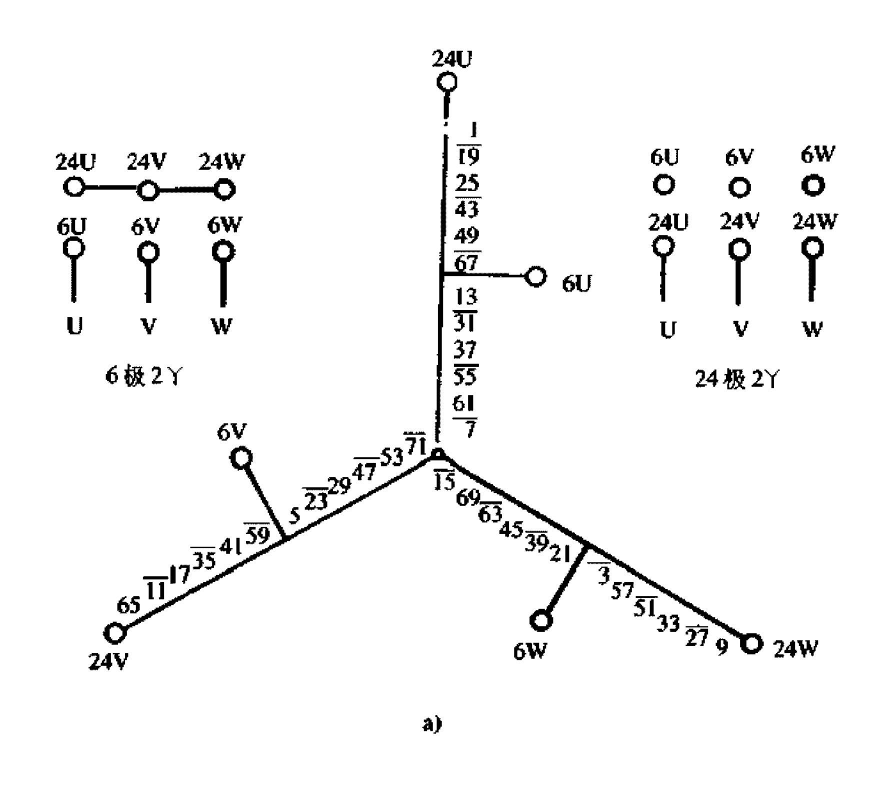
表 5.7.4 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12		13		14	
	上层												1		2		3		4

嵌绕次序		19	20	21	……	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	15		16	……	72											
	上层		5		……		62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

4. 特点及应用　绕组特点基本同上例，但节距增加一槽，6 极时绕组系数略有提高，使两绕组系数较接近，而变速特性趋向于恒转矩，转矩比 $T24/T6=1.108$，功率比 $P24/P6=0.554$。主要应用实例有 JTD2—22 等。

5.7.5 72槽24/6极Y/2Y双速绕组布线接线图之四



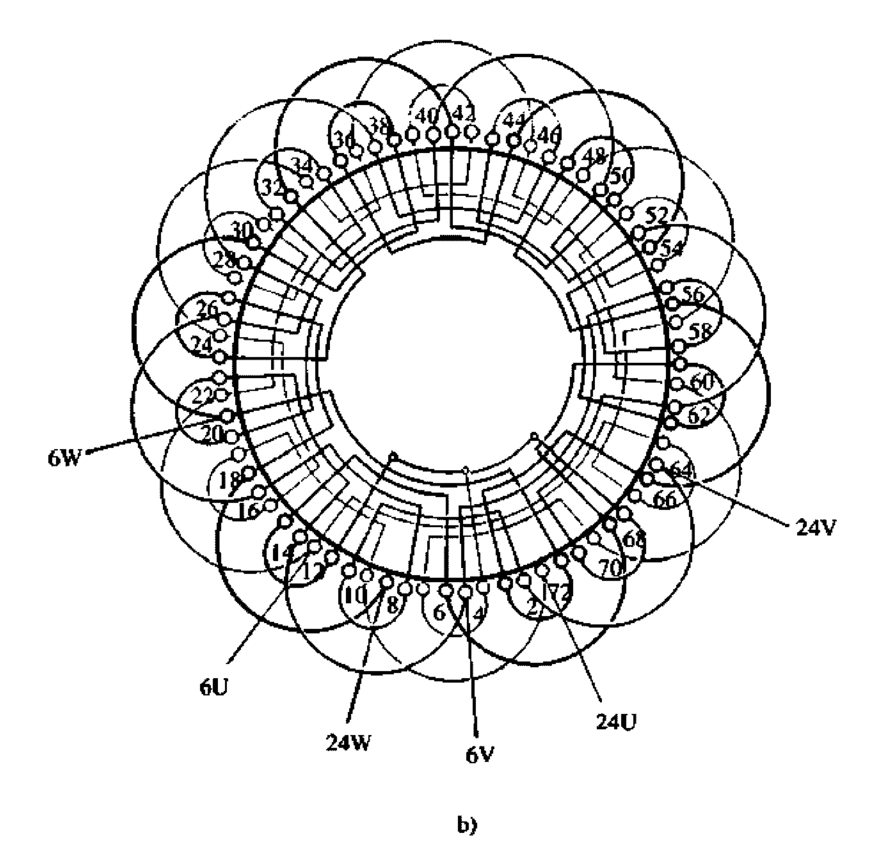


图 5.7.5

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=72$　　线圈组数 $u=36$

电机极数 $2p=24/6$　　每组圈数 $S=1$

绕组接法 Y/2Y　　线圈节距 $Y_1=3$　$Y_2=9$

总线圈数 $Q=36$　　绕组系数 $K_{dp24}=1$　$K_{dp6}=0.9577$

2. 绕组排列　本例采用单层布线，绕组表 3 按双层形式排出，删去偶数槽相号并以奇数槽号代表线圈号，得双速绕组表如下：

表 5.7.5(a)　72 槽 24/6 极双速绕组排列表

槽（线圈）号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
24　极	U		−W		V		−U		W		−V		U		−W
6　极	−U		W		V		−U		−W		V		U		−W
反向指示	*		*						*		*				

槽（线圈）号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
24　极		V		−U		W		−V		U		−W		V	
6　极		−V		U		W		−V		−U		W		V	
反向指示		*		*						*		*			

槽（线圈）号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
24　极	−U		W		−V		U		−W		V		−U		W
6　极	−U		−W		V		U		−W		−V		U		W
反向指示			*		*						*		*		

槽（线圈）号	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
24　极		−V		U		−W		V		−U		W		−V	
6　极		−V		−U		W		V		−U		−W		V	
反向指示				*		*						*		*	

（续）

槽（线圈）号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72			
24　极	U		−W		V		−U		W		−V				
6　极	U		−W		−V		U		W		−V				
反向指示					*		*								

3. 嵌线方法　绕组采用分层嵌线，先将大节距线圈交叠嵌入相应槽内，吊边数为 2；小节距线圈则整嵌于面。线圈交叠处及上下层之间必须衬垫绝缘。绕组嵌线顺序见下表：

表 5.7.5(b)　分层法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	6	10	1	14	5	18	9	22	13	26	17	30	21	34	25	38	29

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	42	33	46	37	50	41	54	45	58	49	62	53	66	57	70	61	65	69

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	上层	71	68	3	72	7	4	11	8	15	12	19	16	23	20	27	24	31	28

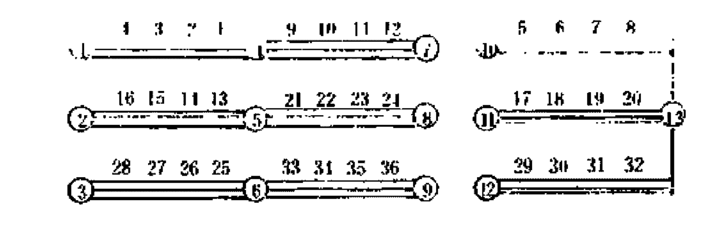
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	上层	35	32	39	36	43	40	47	44	51	48	55	52	59	56	63	60	67	64

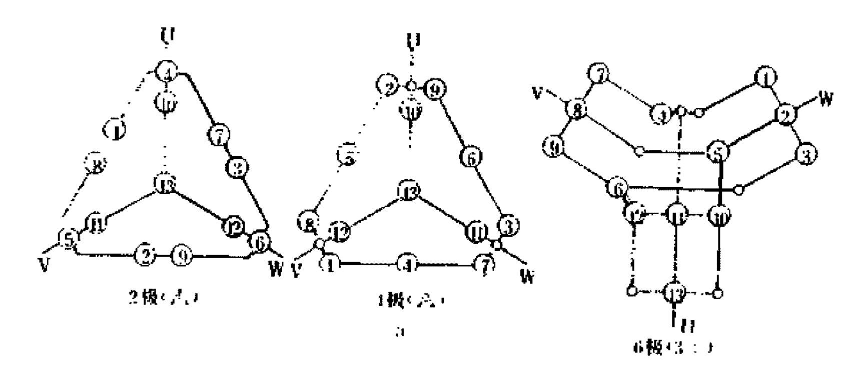
4. 特点及应用　本例是采用单层布线的双速绕组，是新近出现的电梯绕组型式。绕组由两种节距线圈构成类似于同心线圈的布线，但不是同心线圈组，而且大小两线圈分别归属于不同的变极组。所以接线时按图进行，使同相的大线圈与相邻小线圈反极性串联。例如设大线圈电流方向是顺槽序，则小线圈电流方向要逆槽序流向。此绕组总线圈组数仅为双层绕组的一半，故嵌绕都较双层方便。电动机双速特性为恒转矩输出，转矩比 $T24/T6=1.045$，功率比 $P24/P6=0.522$。此绕组取自引进生产线的国产电梯电动机。

5.8 单绕组三速电动机绕组

单绕组多速电动机可以绕制成三速和四速，但目前产品中仅采用三速绕组，而四速电机则由两套双速绕组构成双绕组多速电动机。虽然三速电动机产品实例较多，但基本上每一极比电动机只采用一种接线。下面将分别介绍。

5.8.1 36槽6/4/2极3Y/△/△三速绕组布线接线图





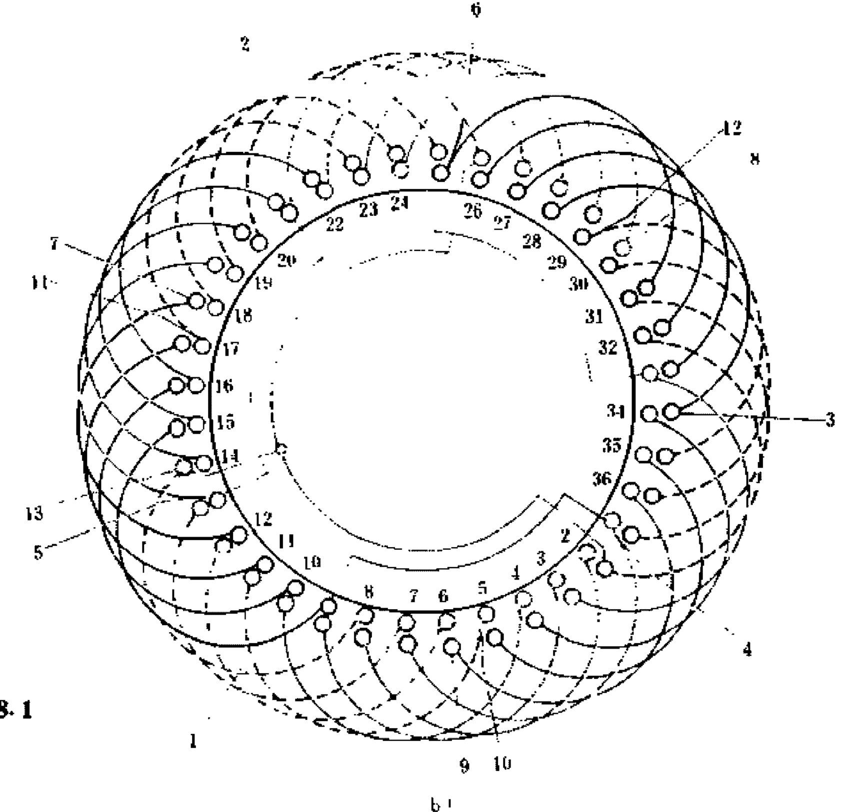


图 5.8.1

注：1. 各线圈组变极时的变相相属可从接线原理图(a)表示，其中上、中、下三线的颜色是代表该线圈组在2、4、6极时的相属色别，例如线圈组②—⑤(16、15、14、13槽)2极时属V相(绿色)；4极属U相(黄色)；6极属W相(红色)。

2. 本例布接线图(图5.8.1b)线圈相色是依据2极时画出的，虚线所画线圈为4/2极绕组中的Y形部分。

1. 绕组参数

定子槽数　$Z=36$　　总线圈数　$Q=36$　　线圈节距　$Y=6$

电机极数　$2p=8/4/2$　　线圈组数　$u=9$　　引出线数　$n=13$

绕组接法　3Y/△/△　　每组圈数　$S=4$　　绕组系数　见下表

表 5.8.1(a)　绕组系数

极　数	绕　组	分布系数	节距系数	绕组系数
2　极	△接部分	$K_{dD}=0.966$	$K_p=0.5$	$K_{dpD}=0.483$
	Y接部分	$K_{dY}=0.981$		$K_{dpY}=0.49$
4　极	△接部分	$K_{dD}=0.911$	$K_p=0.866$	$K_{dpD}=0.79$
	Y接部分	$K_{dY}=0.925$		$K_{dpY}=0.80$
6　极		$K_d=0.836$	$K_p=1.0$	$K_{dp}=0.836$

注：△接部分的脚注用“D”表示。

2. 绕组排列　本绕组系换相变极三速方案，其中 2、4 极采用内星角形(△)的正弦布线；6 极是 120°相带庶极绕组。绕组排列表如下

表 5.8.1(b)　36 槽 6/4/2 极三速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2　极	U_D	U_D	U_D	U_D	U_Y	U_Y	U_Y	U_Y	$-W_D$	$-W_D$	$-W_D$	$-W_D$
4　极	$-V_D$	$-V_D$	$-V_D$	$-V_D$	U_Y	U_Y	U_Y	U_Y	V_D	V_D	V_D	V_D
6　极	$-W$	$-W$	$-W$	$-W$	$-U$	$-U$	$-U$	$-U$	$-V$	$-V$	$-V$	$-V$

槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2　极	V_D	V_D	V_D	V_D	V_Y	V_Y	V_Y	V_Y	$-U_D$	$-U_D$	$-U_D$	$-U_D$
4　极	$-U_D$	$-U_D$	$-U_D$	$-U_D$	W_Y	W_Y	W_Y	W_Y	U_D	U_D	U_D	U_D
6　极	$-W$	$-W$	$-W$	$-W$	$-U$	$-U$	$-U$	$-U$	$-V$	$-V$	$-V$	$-V$

(续)

槽　号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
2　极	W_D	W_D	W_D	W_D	W_Y	W_Y	W_Y	W_Y	$-V_D$	$-V_D$	$-V_D$	$-V_D$
4　极	$-W_D$	$-W_D$	$-W_D$	$-W_D$	V_Y	V_Y	V_Y	V_Y	W_D	W_D	W_D	W_D
6　极	$-W$	$-W$	$-W$	$-W$	$-U$	$-U$	$-U$	$-U$	$-V$	$-V$	$-V$	$-V$

3. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 6。顺线顺序见下表：

表 5.8.1(c)　交叠法

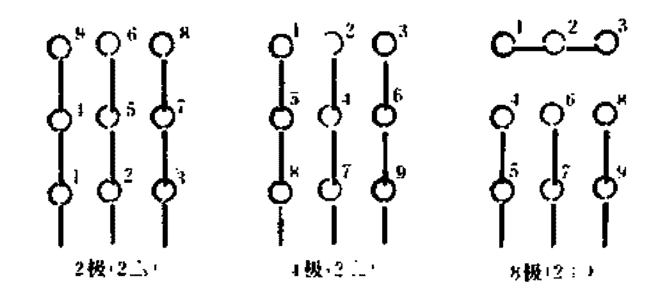
嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	35	36	1	2	3	4	5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	上层								35		36		1		2		3		4		5		6		7

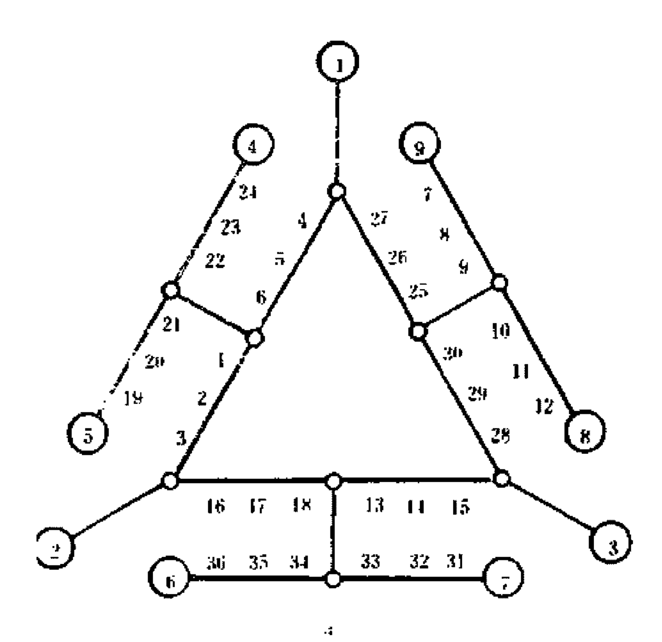
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25	
	上层		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	26		27		28		29		30		31		32		33		34							
	上层		20		21		22		23		24		25		26		27		28	29	30	31	32	33	34

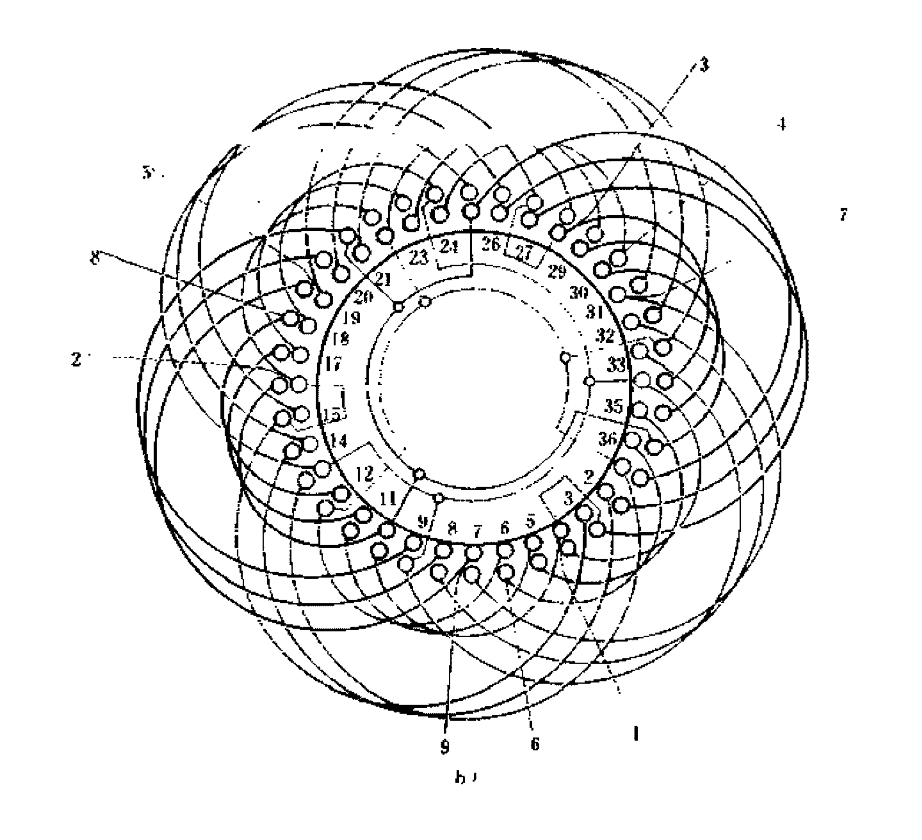
4. 特点及应用　　本例 6 极采用 3 路Y形接线，2、4 极则是正弦布线的△形接线。变极时转向相同。此绕组每组线圈数均为 4，每相有 3 个变极组，变极组仅由一个四联组构成，故绕组的内部接线非常简单，每相仅有一连接过线，但引出线很多，竟达 13 根。由于接线变化大，控制线路十分繁琐。主要应用实例有 JDO2－22－6/4/2、JDO3－140M－6/4/2 等。

5.8.2 36槽8/4/2极2Y/2△/2△三速绕组布线接线图





a)



b)

图 5.8.2

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　　线圈节距 $Y=6$，12

电机极数 $2p=8/4/2$　　引出线数 $n=9$

绕组接法 2Y/2△/2△　分布系数 $K_{d8}=0.731$　$K_{d4}=0.832$　$K_{d2}=0.956$

总线圈数 $Q=36$　　节距系数 $K_{p8}=0.866$　$K_{p4}=1.0$　$K_{p2}=0.707$

线圈组数 $u=12$　　绕组系数 $K_{dp8}=0.633$　$K_{dp4}=0.831$

每组圈数 $S=3$　　$K_{dp2}=0.676$

2. 绕组排列　　本例采用双节距法变极，其中 2 极是 60°相带绕组，4 极是 120°相带。绕组排列表如下：

表 5.8.2(a)　36 槽 8/4/2 极三速绕组排列表

槽号	1.	2.	3.	4	5	6	7.	8.	9.	10	11	12
2极	U	U	U	U	U	U	−W	−W	−W	−W	−W	−W
4极	U	U	U	U	U	U	W	W	W	W	W	W
8极	U	U	U	−U	−U	−U	W	W	W	−W	−W	−W
槽号	13.	14.	15.	16	17	18	19.	20.	21.	22	23	24
2极	V	V	V	V	V	V	−U	−U	−U	−U	−U	−U
4极	V	V	V	V	V	V	U	U	U	U	U	U
8极	V	V	V	−V	−V	−V	U	U	U	−U	−U	−U
槽号	25.	26.	27.	28	29	30	31.	32.	33.	34	35	36
2极	W	W	W	W	W	W	−V	−V	−V	−V	−V	−V
4极	W	W	W	W	W	W	V	V	V	V	V	V
8极	W	W	W	−W	−W	−W	V	V	V	−V	−V	−V

注：图中上层边槽号代表线圈号；表中加点槽号的线圈是节距 $Y=12$ 的大线圈，其余为 $Y=6$ 的小线圈。

3. 嵌线方法　　双节距绕组嵌线方法基本同双层叠式绕组，但嵌线应从小节距线圈起嵌，这时本例吊边数为 6，否则先嵌大节距线圈则吊边数将增至 9 个，增加了嵌线的难度。绕组嵌线顺序见下表：

表 5.8.2(b)　交叠法

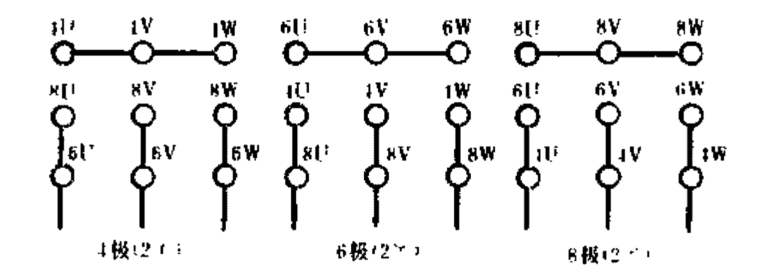
嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	34	35	36	1	2	3	4		5		6		7	8	9	10		11		12		13		14
	上层								34		35		36					4		5		6		1	

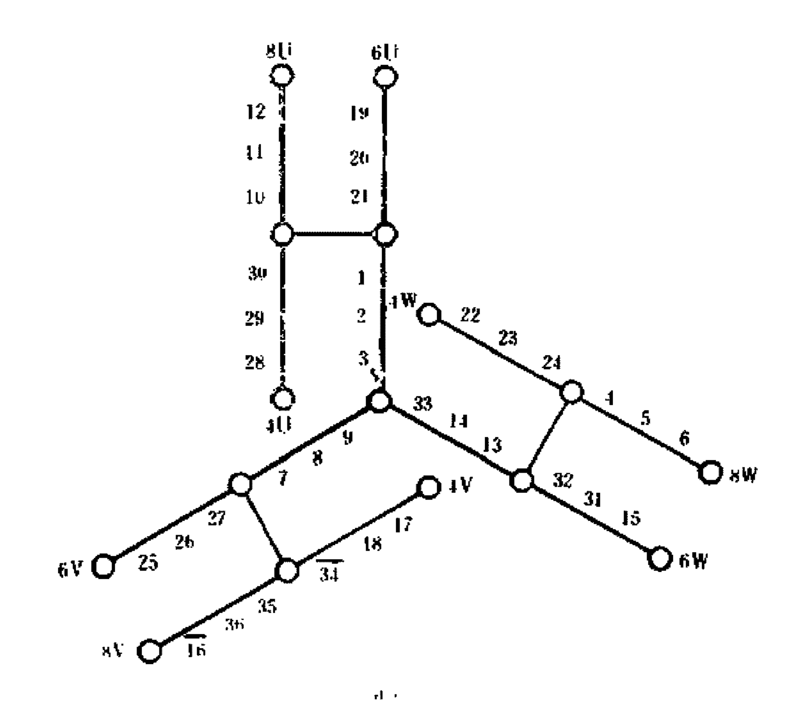
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26
	上层	2		3		10		11		12		7		8		9		16		17		18		13	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		27		28		29		30		31		32		33										
	上层	14		15		22		23		24		19		20		21	25	26	27	28	29	30	31	32	33

4. 特点及应用　　本例是采用双节距（也称变距）变极方案，绕组由两种节距的线圈组成，但变极原理的基础仍是反向法。其中 2 极是 60°相带绕组，反向取得 4 极 120°相带庶极绕组，再由每极相 6 槽线圈中的大、小节距线圈分为两组，并将其中一半反向又形成 60°相带的 8 极绕组。本方案中，2、8 极为同转向，4 极是反转向。此绕组嵌线吊边数少于正常节距双叠绕组，故具有嵌线方便，内部接线简单，引出线较少，而且绕组系数也较高等优点。常用于倍极比三速电动机，常见的产品实例有 JDO3−100S−8/4/2、JDO2−42−8/4/2 等。

5.8.3 36槽8/6/4极2Y/2Y/2Y三速绕组布线接线图之一





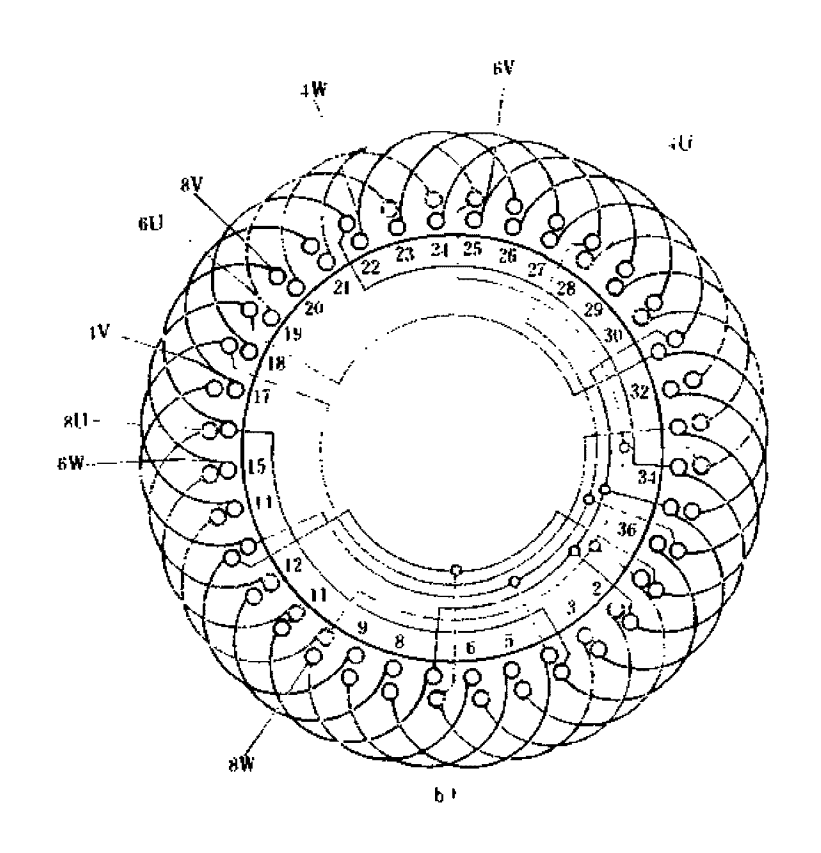


图 5.8.3

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$　　线圈节距 $Y=4$

电机极数 $2p=8/6/4$　　引出线数 $n=8$

绕组接法 2Y/2Y/2Y　　分布系数 $K_{d8}=0.844$　$K_{d6}=0.644$

$K_{d4}=0.96$

总线圈数 $Q=36$　　节距系数 $K_{p8}=0.985$　$K_{p6}=0.866$

$K_{p4}=0.643$

线圈组数 $u=16$　　绕组系数 $K_{dp8}=0.831$　$K_{dp6}=0.558$

每组圈数 $S\neq$　　$K_{dp4}=0.617$

2. 绕组排列　本绕组以 4 极为基准，用反向法得 6 极和 8 极，其中 8 极为庶极绕组。三速绕组排列见下表：

表 5.8.3(a)　36 槽 8/6/4 极三速绕组排列表

槽　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4　极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U
6　极	U	U	U	−W	−W	−W	V	V	V	−U	−U	−U
8　极	U	U	U	W	W	W	V	V	V	U	U	U
槽　号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4　极	W	W	W	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	−W
6　极	W	W	−W	−V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W
8　极	W	W	W	V	V	V	U	U	U	W	W	W
槽　号	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4　极	V	V	V	−U	−U	−U	W	W	W	−V	−V	−V
6　极	−V	−V	−V	U	U	U	−W	−W	W	V	−V	−V
8　极	V	V	V	U	U	U	W	W	W	V	V	V

3. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 4。嵌线顺序见下表：

表 5.8.3(b)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	35	36	1	2	3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
	上层						35		36		1		2		3		4		5		6		7		8
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24	
	上层		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层	25		26		27		28		29		30		31		32		33		34					
	上层		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30	31	32	33	34

4. 特点及应用　本例 4 极为 60°相带正规分布，反向部分线圈极性得 6 极，用庶极法由 4 极反向得 8 极。本绕组每组元件数不相等，除 U 相全部由三联线圈组组成外，其余二相均分别由单联、双联和三联组各 2 组构成。所以线圈绕制及嵌线须按图进行，其相对位置不得嵌错。本例三速均采用 2Y 接法，接线原理如图 5.8.3a 所示，4、6 极为同转向，8 极是反转向。绕组内部接线较简单，引出线也较少(9 根)。主要应用实例有 JDO2−42−8/6/4、JDO3−140S−8/6/4 等。

5.8.4 36槽8/6/4极2Y/2Y/2Y三速绕组布线接线图之二

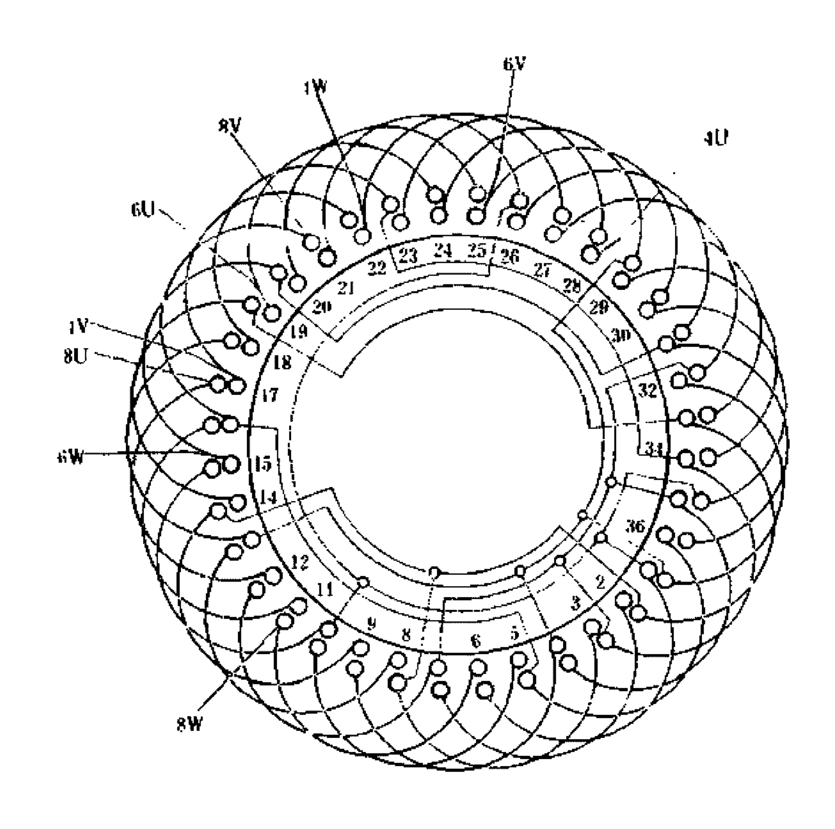


图 5.8.4

1. 绕组参数

定子槽数 $Z=36$ 线圈节距 $Y=5$

电机极数 $2p=8/6/4$ 引出线数 $n=9$

绕组接法 2Y/2Y/2Y 分布系数 $K_{d8}=0.844$ $K_{d6}=0.644$ $K_{d4}=0.96$

总线圈数 $Q=36$ 节距系数 $K_{p8}=0.985$ $K_{p6}=0.966$ $K_{p4}=0.766$

线圈组数 $u=16$ 绕组系数 $K_{dp8}=0.831$ $K_{dp6}=0.622$

每组圈数 $S\neq$ $K_{dp4}=0.735$

2. 绕组排列 本例采用反向法变极，三速绕组排列表同上例。

3. 嵌线方法 绕组采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表 5.8.4 交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号 下层	36	1	2	3	4	5		6		7		8		9		10		11		12		13		14
嵌入槽号 上层							36		1		2		3		4		5		6		7		8	
嵌绕次序	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号 下层		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26
嵌入槽号 上层	9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
嵌绕次序	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号 下层		27		28		29		30		31		32		33		34		35						
嵌入槽号 上层	21		22		23		24		25		26		27		28		29		30	31	32	33	34	35

4. 特点及应用 本例绕组特点与上例相同，但线圈节距增加1槽，4、6极绕组系数略有提高且较接近。主要应用实例有JDO2－41－8/6/4、JDO3－112S－8/6/4等。

第6章　直流电机电枢绕组布线接线图

直流电机绕组包括定子绕组和转子(电枢)绕组。定子常制成结构简单的凸极后套入集中式励磁绕组;转子则是嵌绕在槽内的电枢绕组,其结构型式较多且复杂。有单叠绕组、复叠绕组、单波绕组(包括死波绕组)、复波绕组以及蛙式(混合)绕组等。就目前国产电机中,除复叠和复波绕组没有产品实例外,其余绕组型式均有应用。为了形象地表现电枢绕组的布线情况,本图例模拟端面形式,并采用彩色线条绘制。

1. 图题说明　图例以极数为序列编排,并以虚、实槽数组合表示总元件。例如,4 极 25×3 槽单波绕组,其中 25 是转子实槽数($Z=25$),3 是每槽占有的元件数($u=3$),25×3 则是电枢绕组总元件数(即虚槽数 $Z_e=S=K=75$)。

2. 直流电枢为电机的转子部分,图中外圈代表铁心外缘,铁心外的弧线代表线圈的端部。

3. 图例以实槽为单位绘制,电枢为双层绕组,每槽嵌置上、下层由元件组合而成的线圈有效边;并根据绕组型式,采用不同彩色的外、内层小圆代表线圈的上、下层导体。

4. 端面图是从换向器端(前端)模拟画出;每一实槽线圈由 n 个元件组成,并接入相应的换向片,线圈(后端)所跨为实槽节距。

5. 例图使用须知　线圈引线接入换向器有对称、不对称或介乎两者之间的偏移引接型式。取什么型式,决定于电刷与换向极中心的相对位置。因此,线圈接入换向器的相对位置定下来之后,对某台电枢来说是不变的。例图是按偏移引接画出,并设第1槽的第1元件接入的换向片为1号;第2元件所接为2号,其余类推。

重绕修理时,只要已知1号槽及1号换向片的位置,就可按例图中各槽线圈与换向器的对应关系进行正确接线。

6. 嵌线的一般规律　直流电枢散嵌绕组一般用半闭口槽,成型的硬绕组用开口槽或半开口槽转子。嵌线时从起始线圈(以该线圈上层边所在槽号代表)的下层边开始嵌入相应槽内,到最后一跨距时,需将最初嵌入线圈的上层边吊起,待跨距槽的下层边嵌入后方可将其嵌于该槽面层;但应把下层边的引线压入相应换向片(或升高片)槽口里。通常,至少吊边数为 Y 槽,第($Y+1$)只线圈起可进行整嵌;但是,硬线圈的嵌线也有将全部下层边嵌完后,再嵌上层的。

7. 为了更清晰、明了地看图,例图中心空白处画出该例的一个线圈跨距的简化接线示意图。

6.1 直流电枢单叠绕组

单叠绕组是直流电机应用最多的电枢绕组型式之一。绕组并联支路数 $a=p$；每只元件引线分别接到相邻两换向片上。

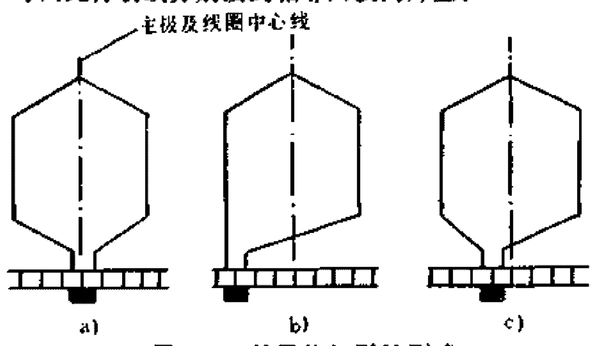


图 6.1 单叠绕组引接型式

a)对称引接 b)不对称引接 c)偏移引接

(1) 绕组主要参数

实槽节距 $Y=Z/2p\pm e=$整数(槽)

换向节距 $Y_K=1$(片)

每槽元件 $u=K/Z$

(2) 本节单叠绕组上层边用绿色、下层边用红色绘制；线圈端部采用红、黄、绿色线条交替画出，使之看图清晰醒目，无它含义。

(3) 每槽有效边由 u 个元件组合，同一线圈内各元件以不同颜色标示，见下表：

表 6.1 线圈接入换向器元件色标

每槽元件数	每线圈元件编号					
	1	2	3	4	5	
	每线圈接入换向片的元件色别					
$u=2$	红	绿				
$u=3$	红	黄	绿			
$u=4$	红	黑	黄	绿		
$u=5$	红	黑	黄	黑	绿	

(4) 重绕修理拆除旧绕组前，必须做好标记，标出同一线圈上、下层边所在槽位及该线圈所有引接线接入换向片的位置，并以此为基准顺序编槽号及换向片号。

(5) 引接线头标记失落时，必须重新定位：

1) 确定引接型式　单叠绕组有图 6.1 三种引接型式。图 a 是对称引接，电刷置于主极中心线上；为了获得对称引接，槽节距中心线应对准线圈(两边)引线接入一组($u+1$ 片)换向片的中心线；当 $u=$奇数时，此中心线与云母片重合，如图 6-1a；若 $u=$偶数，则中心线与换向片中心线重合。否则不能得到对称引接。图 6-1b 是不对称引接，电刷在相邻两主极间的中线上，当 $u=$奇数时，槽中心线必须与换向片中心线重合；若$u=$偶数，则与云母片中心线重合。图 6-1c 是介乎两者之间的偏移引接，电刷中心线偏离上述中心线。

2) 对称引接换向片的确定　取定某槽为 1 号，根据 Y 找出另一有效边槽位，在两槽之间找出中线并延长至换向器。若 $u=$偶数，中线与云母片中心线重合；当 $u=$奇数，则与换向片中心线重合。然后再偏移 1 号槽方向 $u/2$ 片，取定为 1 号换向片。

3) 不对称引接换向片的确定　按上法找出线圈中心线并延长到换向器，再向 1 号槽方向偏移 $C=u(Y+1)/2$ 片，取定为 1 号换向片。

4) 偏移引接换向片的确定　先将转子槽编号，在 1～$(Y+1)$两槽之间找出线圈中心轴线并延长到换向器。把转子装人定子，使线圈轴线与主极中心线重合，再找出与始槽方向电刷的中心线对准的换向片(或云母片)，然后把偏移始槽方向 $u/2$ 片的换向片定为 1 号换向片。

(6) 起始槽、片确定后，顺序编号，便可参照例图中各槽线圈元件与对应的换向片进行接线。

(7) 必须注意，无论采用何种方法找引接换向片位置都是不得已的补救措施，其效果之不理想可想而知，故重绕拆线一定要做原始标记。此外，重绕装配还要进行中性线检验、调整后方可试车。

6.1.1 2 极 13×3 槽单叠绕组布线接线图

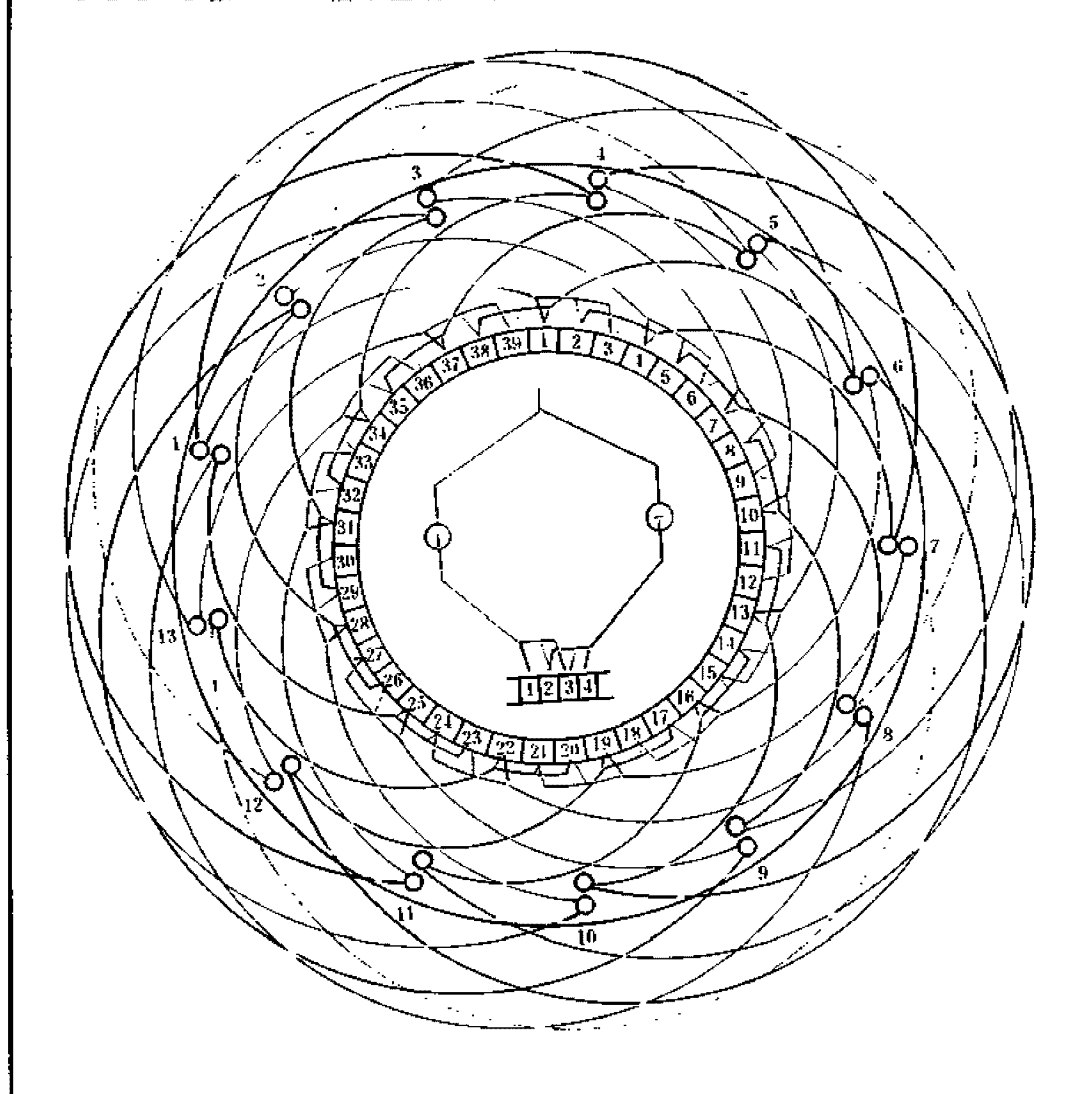


图 6.1.1

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=13$ 每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=2$ 实槽节距 $Y=6$

换向片数 $K=39$ 换向节距 $Y_K=1$

2. 嵌线方法 绕组采用双层交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 6.1.1 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10
	上层								1		2		3	

嵌绕次序		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
嵌入槽号	下层		11		12		13							
	上层	4		5		6		7	8	9	10	11	12	13

3. 接线要点与应用 本例绕组采用偏移引接绘制。电机极距 $\tau=6.5$ 槽，绕组槽节距 $Y=6$，较极距缩短半槽，以利于节省线材，属短距绕组线圈。绕组每槽元件数为 3，为了避免引接线交叉重叠，换向片采用右行连接，槽 1 上层边的 3 元件分别引接到换向片 1、2、3；线圈跨入槽 7 的下层边 3 根引线则对应接到换向片 2、3、4 线槽。同理，第 2 只线圈嵌入槽 2—8，其上层边引线沿顺序接入换向片 4、5、6，其余类推。此绕组主要用于微小功率的电机电枢，应用实例有 ZYS—1A、ZYS—3A、ZYS—100A 等直流测速发电机。



6.1.2 2极14×3槽单叠绕组布线接线图

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=14$　　每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=2$　　实槽节距 $Y=6$

换向片数 $K=42$　　换向节距 $Y_K=1$

2. 嵌线方法　本例采用交叠嵌线，吊边数为6。嵌线顺序见下表：

表 6.1.2　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10	
	上层								1		2		3		4
嵌绕次序		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
嵌入槽号	下层	11		12		13		14							
	上层		5		6		7		8	9	10	11	12	13	14

3. 接线要点与应用　绕组的线圈1—7中线在槽4，引线接入一组换向片数为4，因 $u=$ 奇数，片2、3之间云母片与槽4中心线重合，故本例以对称引接绘制。电机极距 $\tau=7$，线圈则用短节距 $Y=6$，比极距缩短1槽，在一般电机中不常见，属特殊案例，仅用于耐受冲击振动的高起动转矩直流电动机。绕组的接线要点同上例。主要应用实例有ZZD−0.4等直流电机。

图 6.1.2



6.1.3　2极14×4槽单叠绕组布线接线图

图　6.1.3

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=14$　　每槽元件　$u=4$

电机极数　$2p=2$　　实槽节距　$Y=7$

换向片数　$K=56$　　换向节距　$Y_K=1$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表 6.1.3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11
	上层									1		2		3	

嵌绕次序		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
嵌入槽号	下层		12		13		14								
	上层	4		5		6		7	8	9	10	11	12	13	14

3. 接线要点与应用　本例绕组一只线圈引接一组换向片为5片(见图中心所示)，其中心线在换向片3，而线圈1－8中心线与换向片3中心重合，故属对称引接形式。绕组极距$\tau=7$，故系整距绕组。槽1上层边4元件分别接人换向片1、2、3、4；下层边跨入槽8后对应引接到换向片2、3、4、5。同理可顺序引接其它线圈的元件。此绕组实际应用较广，如Z2－11、Z2－12，Z3－11、Z3－12一般用途电动机；Z2－02－MD磨床用直流电动机；ZZD－5、ZZD－10高起动转矩直流电动机等。

6.1.4 2极15×2槽单叠绕组布线接线图

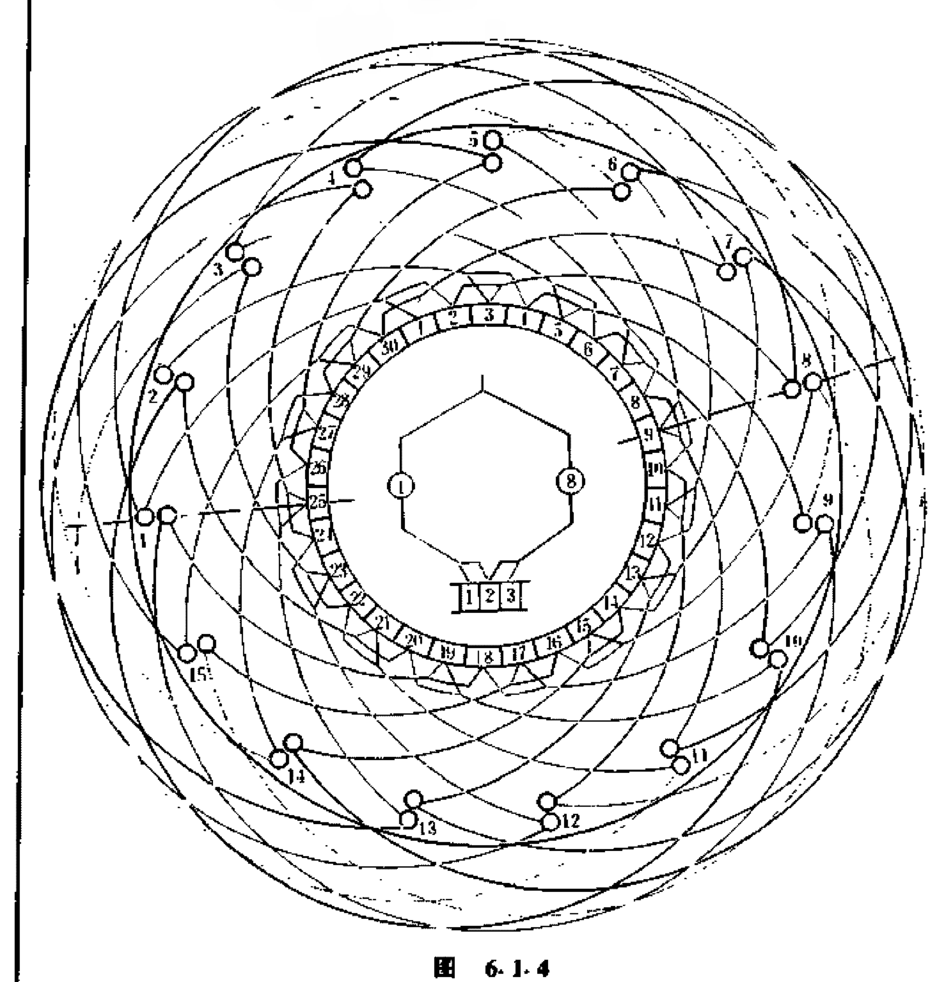


图 6.1.4

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=15$　　每槽元件 $u=2$

电机极数 $2p=2$　　实槽节距 $Y=7$

换向片数 $K=30$　　换向节距 $Y_K=1$

2. 嵌线方法　　采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表 6.1.4 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11	
	上层									1		2		3		4

嵌绕次序		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
嵌入槽号	下层	12		13		14		15								
	上层		5		6		7		8	9	10	11	12	13	14	15

3. 接线要点与应用　　本例是采用对称引接绘制。线圈1—8所在槽中心线分别与换向片25、9号中心线重合(见图6.1.4)即线圈中心线与一组引接换向片2的中心线重合。线圈2有效边分别对应接人换向片1、2和2、3，其余类推。此绕组为低电压专用电机采用，应用实例有ZF28—130B、ZF—29B、ZF—29C、ZF33B—130B等老系列和F—29B、F—29C、F28—130B、F33B—130B等新系列的汽车、拖拉机用直流发电机。

6.1.5 2 极 18×4 槽单叠绕组布线接线图

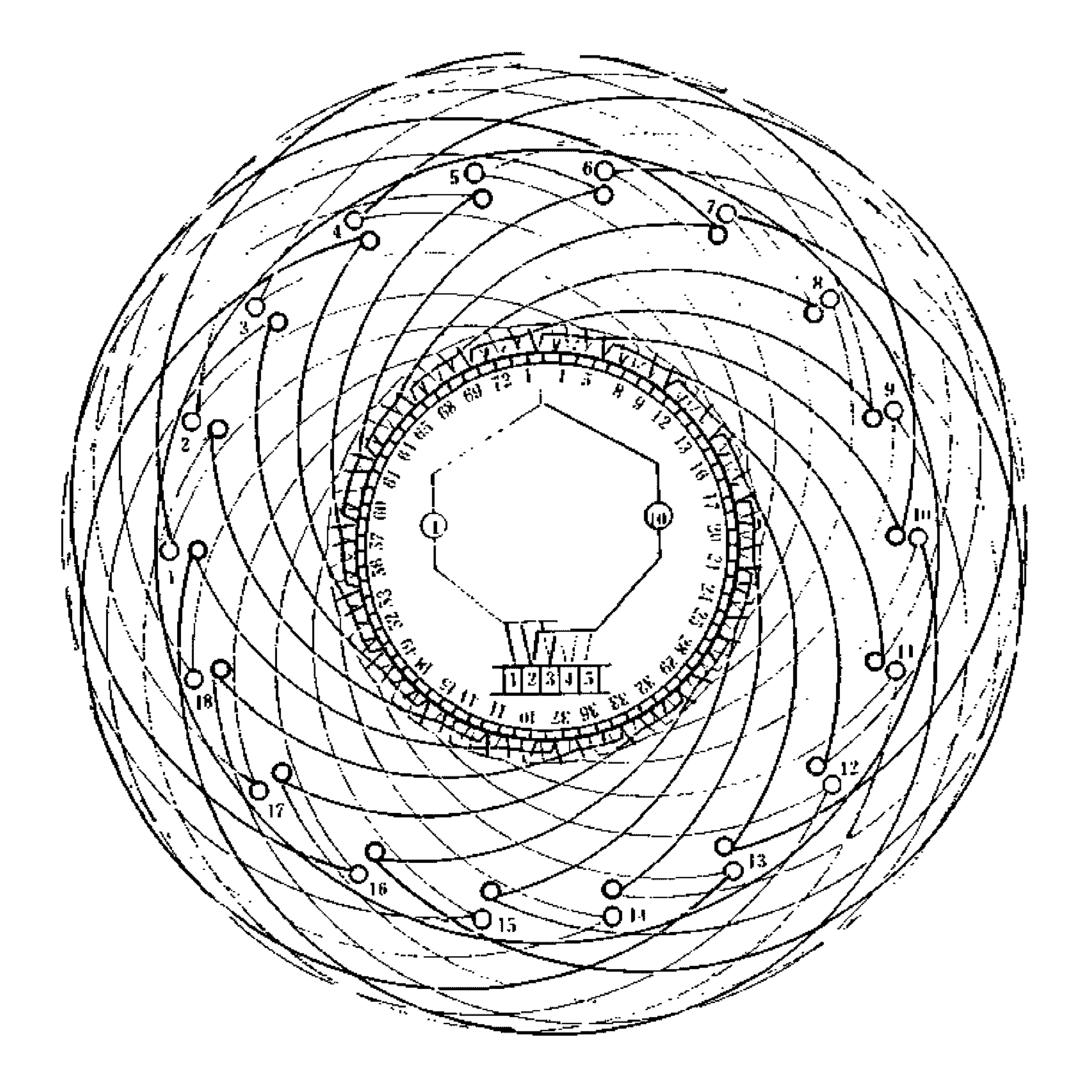


图 6.1.5

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=18$　　每槽元件 $u=4$

电机极数 $2p=2$　　实槽节距 $Y=9$

换向片数 $K=72$　　换向节距 $Y_K=1$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 6.1.5 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12		13		14
	上层											1		2		3		4	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		15		16		17		18										
	上层	5		6		7		8		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

3. 接线要点与应用　本例采用偏移引接绘制。绕组槽节距等于极距，属整距绕组。每槽元件数为 4，为避免引接线在换向器端交叉重叠，绕组元件采用右行连接；线圈 1—10 上层边的 4 元件分别接入换向片 1、2、3、4；槽 10 下层边则分别将各元件对应接入 2、3、4、5 片。其余线圈接线类推。此绕组主要用于一般用途系列直流电动机，应用实例有Z2—21、Z2—22、Z2—31、Z2—32、Z3—21、Z3—22、Z3—31、Z3—32、Z3—33 等直流电动机。

6.1.6　2 极 20×2 槽单叠绕组布线接线图

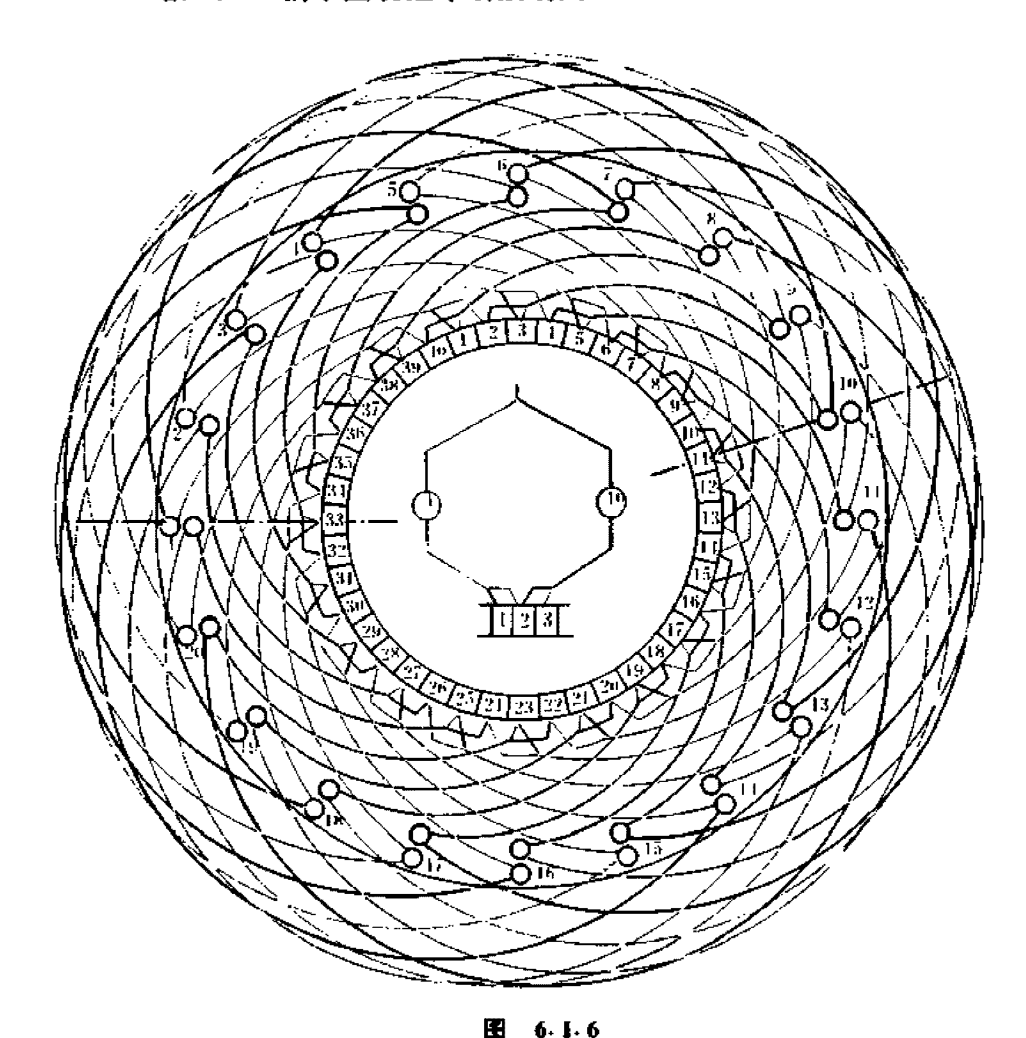


图　6.1.6

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=20$　　　每槽元件　$u=2$

电机极数　$2p=2$　　　实槽节距　$Y=9$

换向片数　$K=40$　　　换向节距　$Y_K=1$

2. 嵌线方法　　采用交叠嵌线法，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 6.1.6　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12		13		14		15
	上层											1		2		3		4		5	

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层		16		17		18		19		20										
	上层	6		7		8		9		10		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

3. 接线要点与应用　　本例属对称引接绕组，槽 1—10 线圈中心线分别与换向片 33 和 11 的中心线重合。线圈有两元件并联，采用右行绕组布线，从而避免引线在换向器端的交叉重叠；1 号槽上层边 2 元件接到换向片 1、2，线圈跨于槽 10 下层引出线则分别对应接到换向片 2、3。其余线圈接线依此类推。此绕组系低电压专用电机绕组。主要应用实例有ZF－30、ZF－31、F46－130、F30、F46－130 等汽车及拖拉机用直流发电机等。

6.1.7　2极24×4槽单叠绕组布线接线图

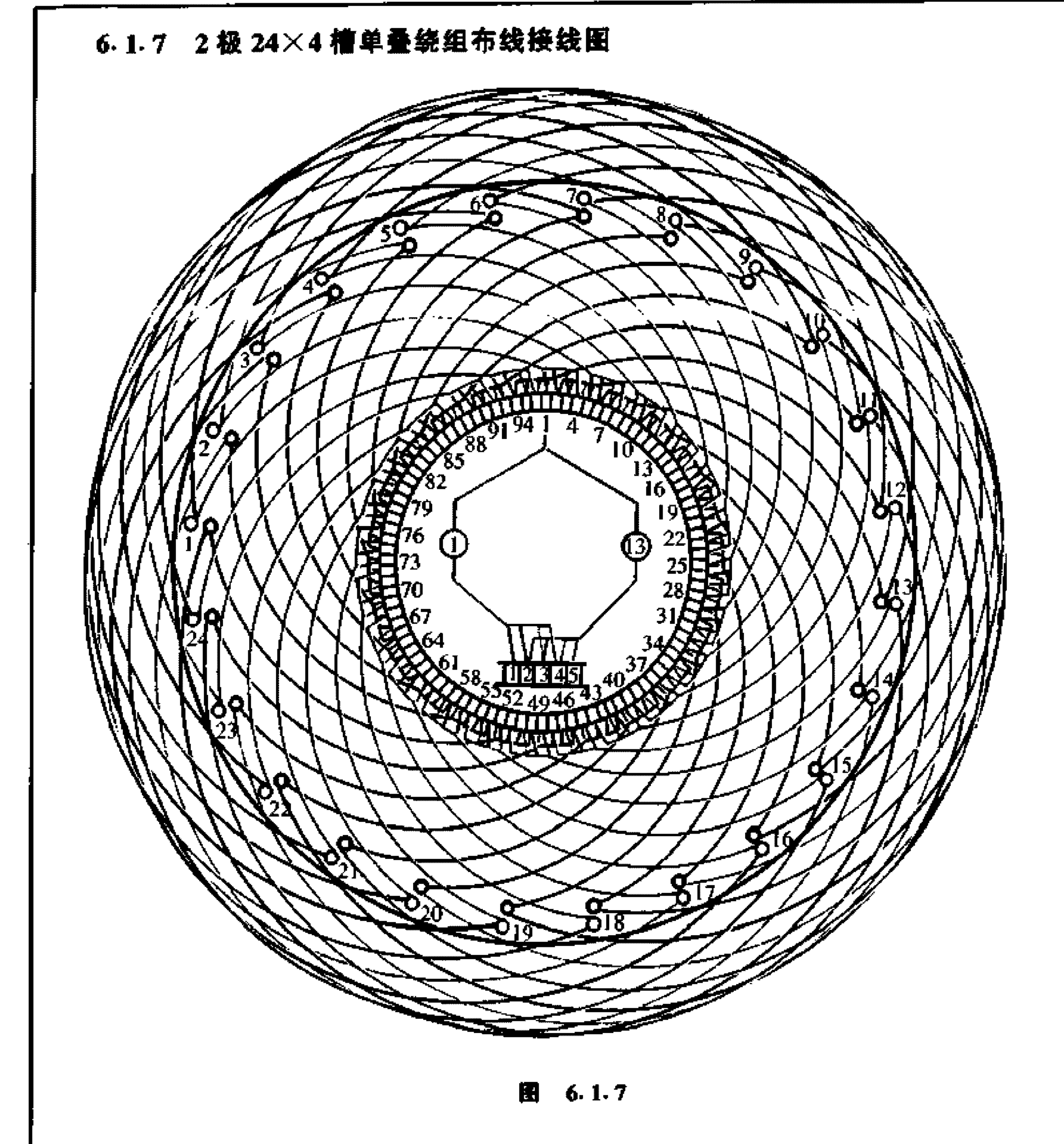


图　6.1.7

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=24$　　　每槽元件　$u=4$

电机极数　$2p=2$　　　实槽节距　$Y=12$

换向片数　$K=96$　　　换向节距　$Y_K=1$

2. 嵌线方法　　本例用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见下表：

表6.1.7　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14		15	
	上层														1		2		3
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	16		17		18		19		20		21		22		23		24	
	上层		4		5		6		7		8		9		10		11		12
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层																		
	上层	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						

3. 接线要点与应用　　本例采用偏移引接绘制。线圈节距等于绕组极距，是整距绕组。每槽元件数$u=4$，即线圈1－13的上层边4根引接线分别接到换向片1、2、3、4；下层边则分别对应接人换向片2、3、4、5，如图6.1.7中心简化接线所示。其余线圈也依此原理进行接线，至最后一只线圈的最后一元件则接人换向片1，使之形成闭合回路。此绕组应用实例有Z2－31、Z2－32等一般用途直流电动机，也用于ZQD－1.9等电车用直流电动机。

6.1.8 4极31×3槽单叠绕组布线接线图

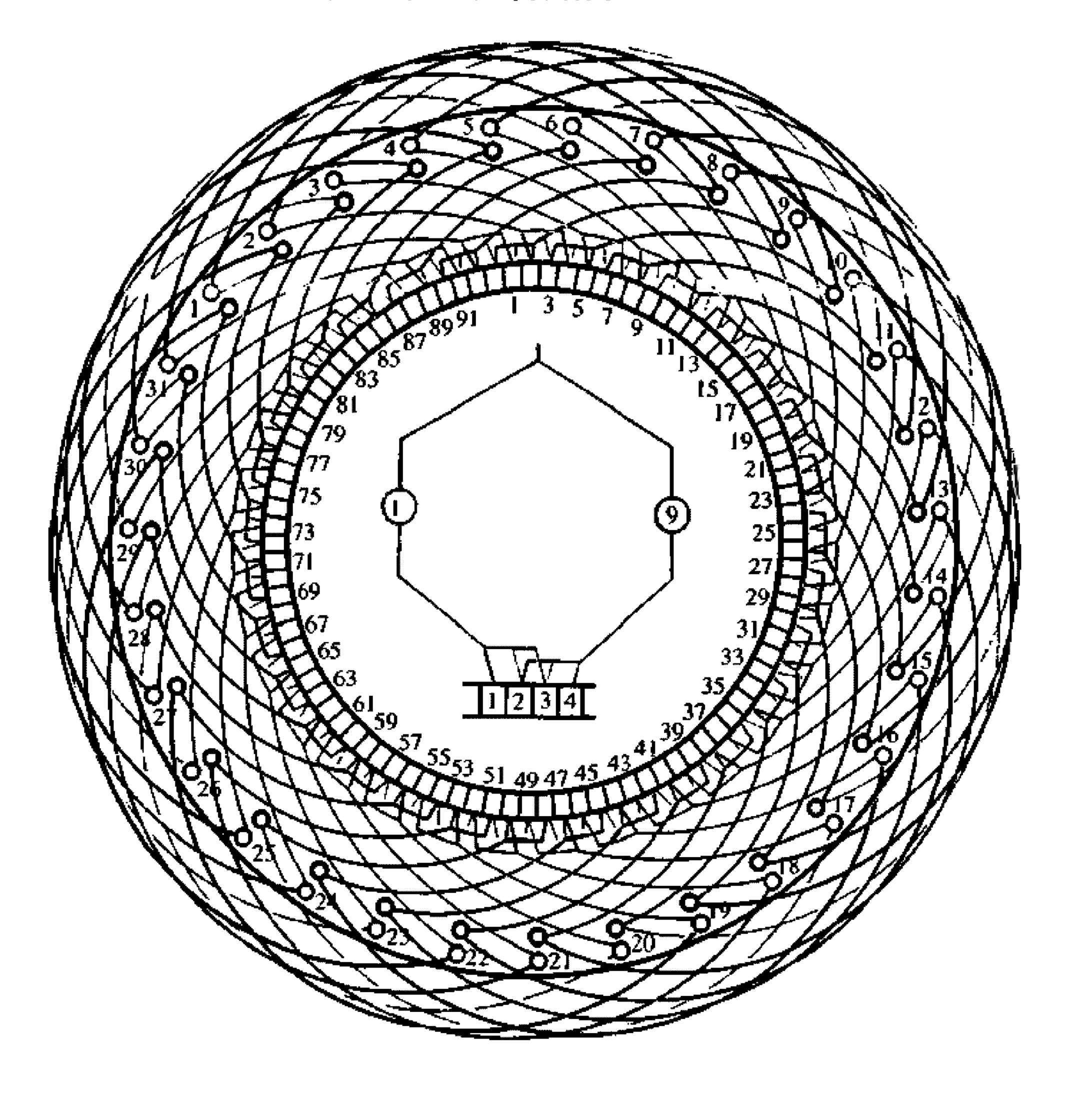


图 6.1.8

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=31$　　每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=8$

换向片数 $K=93$　　换向节距 $Y_K=1$

2. 嵌线方法　本例嵌线采用交叠法，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 6.1.8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12	
	上层										1		2		3		4
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层	13		14		15		16		17		18		19		20	
	上层		5		6		7		8		9		10		11		12
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	21		22		23		24		25		26		27		28	
	上层		13		14		15		16		17		18		19		20
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62		
嵌入槽号	下层	29		30		31											
	上层		21		22		23	24	25	26	27	28	29	30	31		

3. 接线要点与应用　本例为长距绕组，采用右行接线，线圈1—9上层边元件分别接人换向片1、2、3；下层边元件则对应接到换向片2、3、4，其余类推。主要应用实例有Z2—102等直流电动机。

6.1.9 4 极 32×3 槽单叠绕组布线接线图

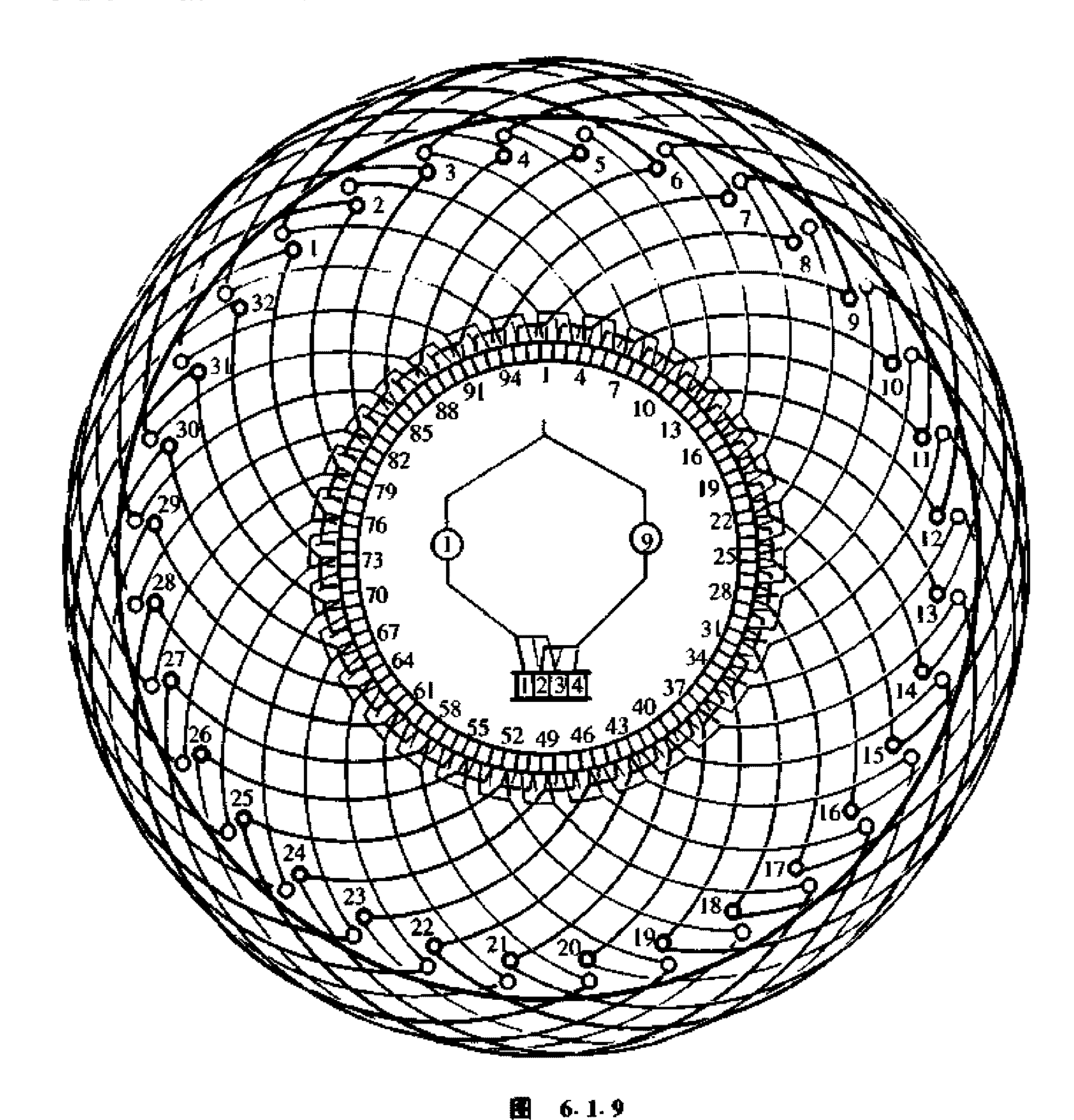


图 6.1.9

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=32$　　每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=8$

换向片数 $K=96$　　换向节距 $Y_K=1$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 6.1.9　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12	
	上层										1		2		3		4

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层	13		14		15		16		17		18		19		20	
	上层		5		6		7		8		9		10		11		12

嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层	21		22		23		24		25		26		27		28	
	上层		13		14		15		16		17		18		19		20

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
嵌入槽号	下层	29		30		31		32									
	上层		21		22		23		24	25	26	27	28	29	30	31	32

3. 接线要点与应用　本例为右行接线整距绕组，每个线圈由 3 个元件构成，接线情况参考图 6.1.9 中心图。主要应用实例有 ZXQ－55/48、ZXQ－65/48 等蓄电池供电式直流电动机。

6.1.10　4极34×3槽单叠绕组布线接线图

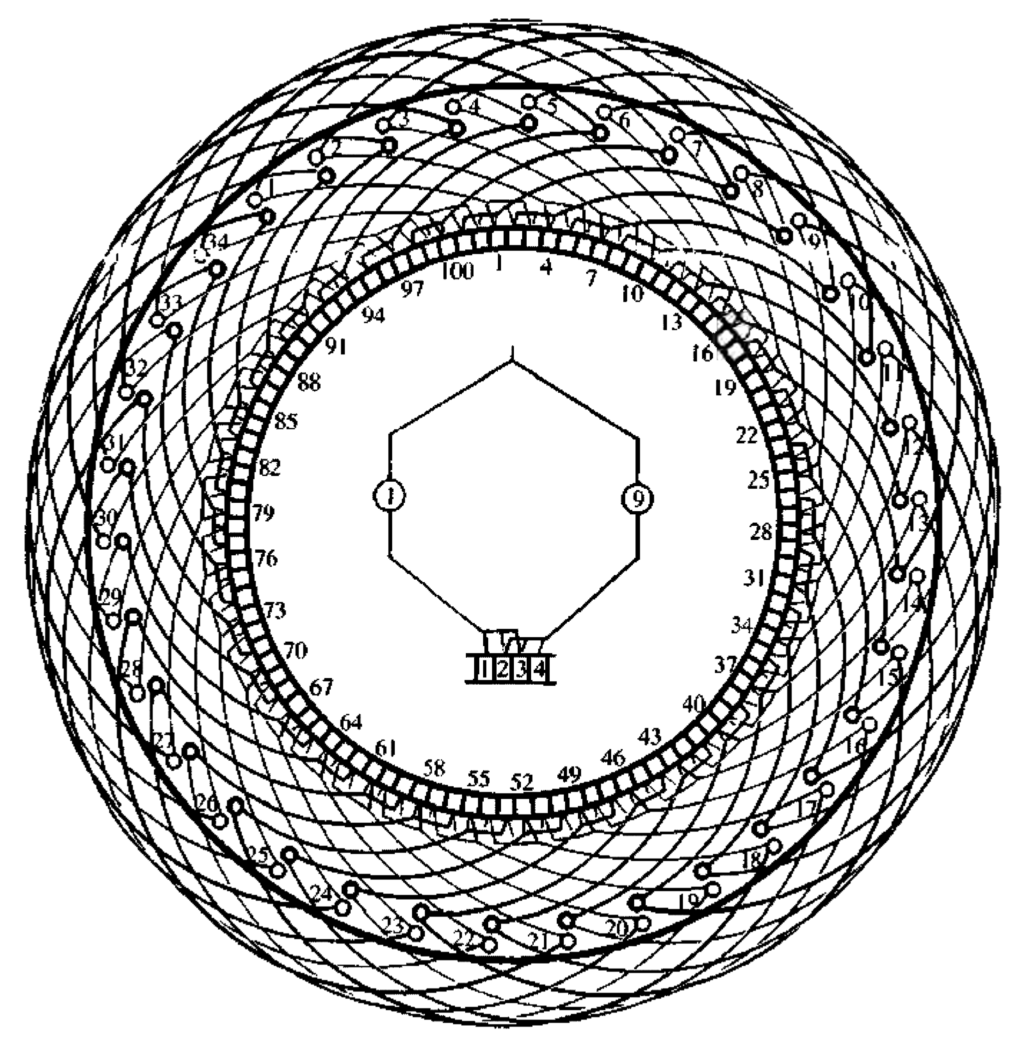


图　6.1.10

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=34$　　每槽元件　$u=3$

电机极数　$2p=4$　　实槽节距　$Y=8$

换向片数　$K=102$　　换向节距　$Y_K=1$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法，嵌线吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 6.1.10　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13
	上层										1		2		3		4	
嵌绕次序		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
嵌入槽号	下层		14		15		16		17		18		19		20		21	
	上层	5		6		7		8		9		10		11		12		13
嵌绕次序		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
嵌入槽号	下层	22		23		24		25		26		27		28		29		30
	上层		14		15		16		17		18		19		20		21	
嵌绕次序		52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
嵌入槽号	下层		31		32		33		34									
	上层	22		23		24		25		26	27	28	29	30	31	32	33	34

3. 接线要点与应用　　本例为右行接线短距绕组。线圈接线见图中心的简化图。主要应用实例有Z2—102直流电动机。

6.1.11 4极36×3槽单叠绕组布线接线图

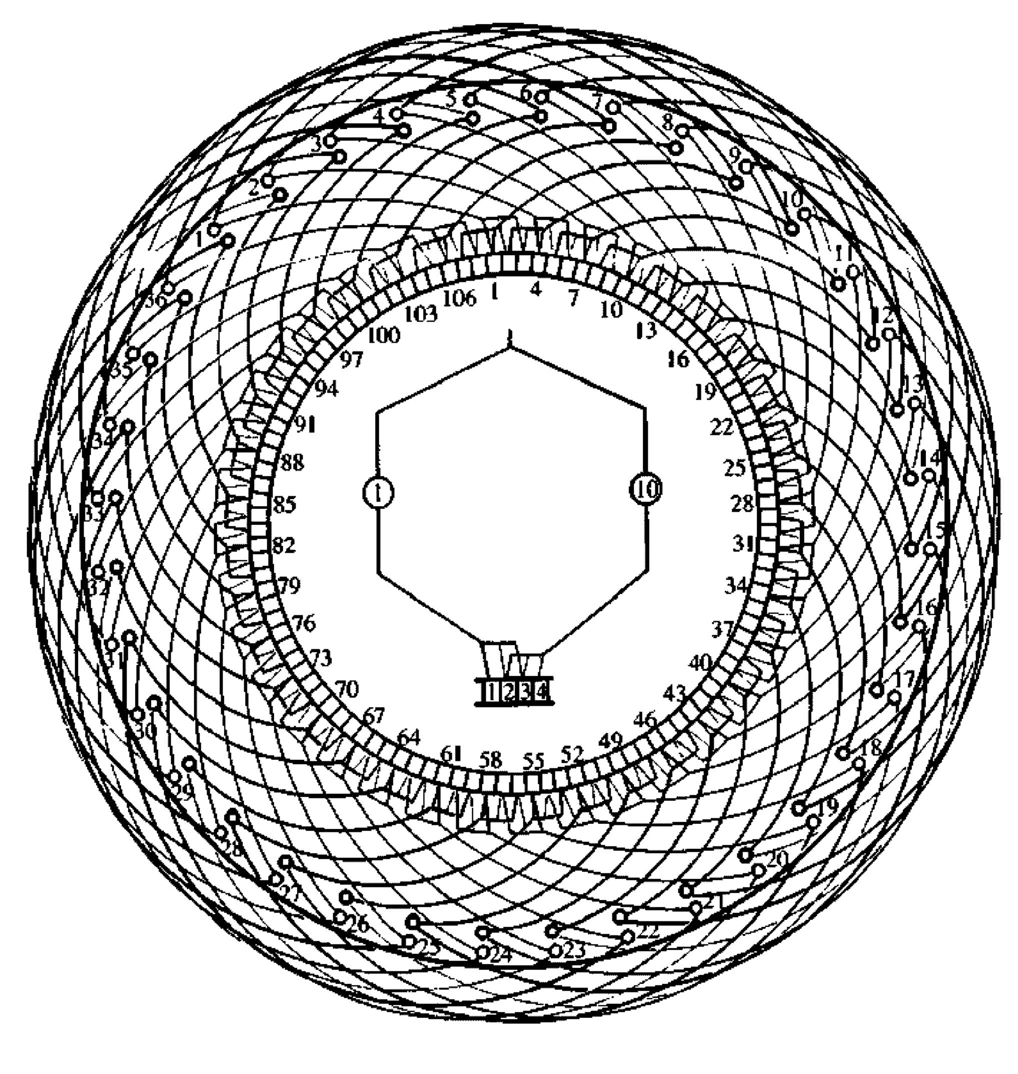


图 6.1.11

1. 绕组参数

转子槽数	$Z=36$	每槽元件	$u=3$
电机极数	$2p=4$	实槽节距	$Y=9$
换向片数	$K=108$	换向节距	$Y_K=1$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 6.1.11　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12		13		14
	上层											1		2		3		4	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		15		16		17		18		19		20		21		22		23
	上层	5		6		7		8		9		10		11		12		13	

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		24		25		26		27		28		29		30		31		32
	上层	14		15		16		17		18		19		20		21		22	

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
嵌入槽号	下层		33		34		35		36										
	上层	23		24		25		26		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

3. 接线要点与应用　本例是整距绕组，采用右行接线。接线情况见图 6.1.11 中心简化图。主要应用实例有 Z2－71 直流电动机及 ZXQ－45/48 蓄电池供电式直流电动机。

6.1.12 4极42×2槽单叠绕组布线接线图

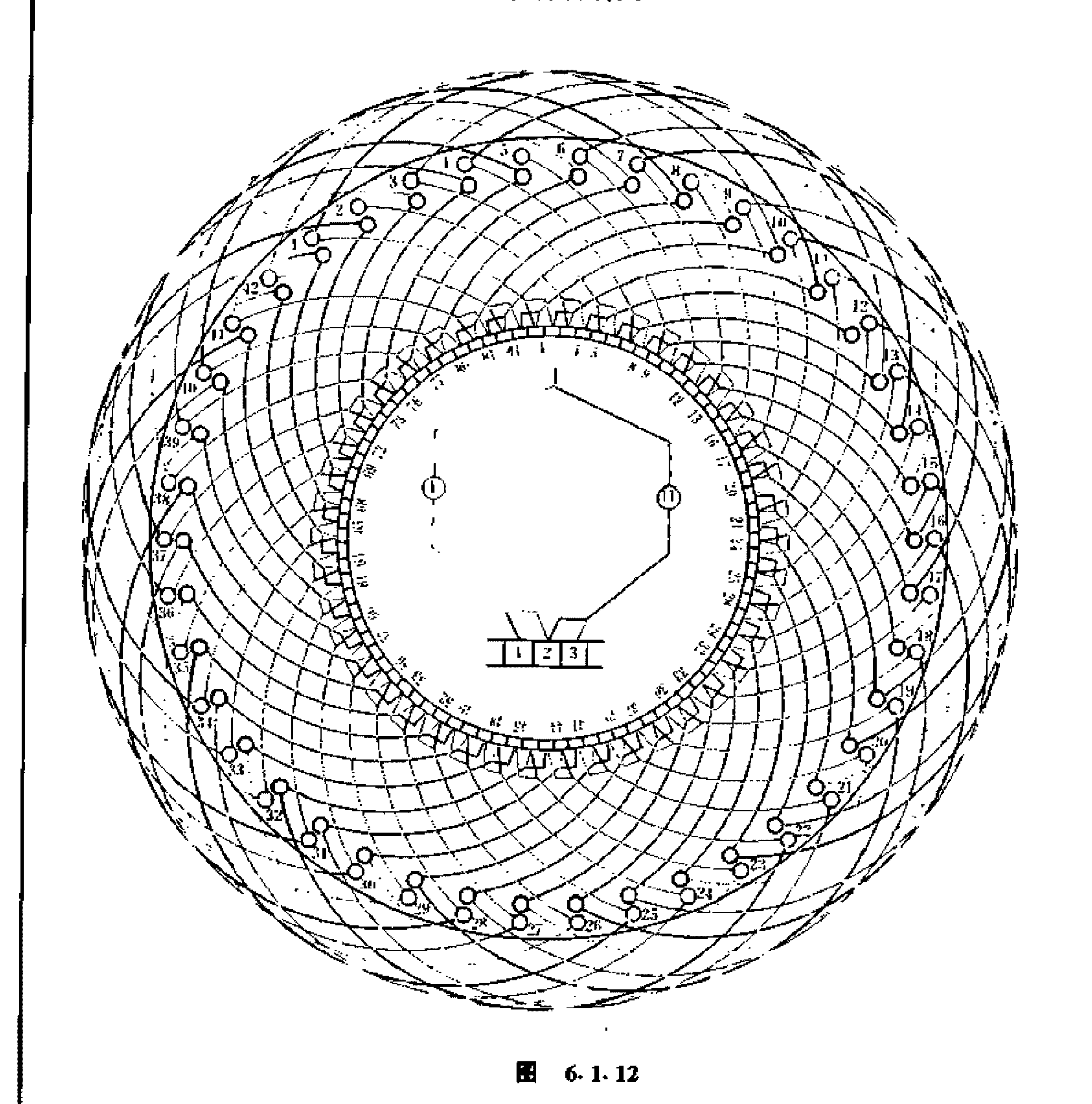


图 6.1.12

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=42$　　每槽元件 $u=2$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=10$

换向片数 $K=84$　　换向节距 $Y_K=1$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见下表：

表 6.1.12 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12		13		14		15		16
	上层												1		2		3		4		5	

嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	下层		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26	
	上层	6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16

嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
嵌入槽号	下层	27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37
	上层		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26	

嵌绕次序		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
嵌入槽号	下层		38		39		40		41		42											
	上层	27		28		29		30		31		32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42

3. 接线要点与应用　本例为右行接线的短距绕组。接线情况见图 6.1.12 中心的简化接线图。主要应用实例有 Z2－112 直流电动机等。

6.1.13　4 极 50×2 槽单叠绕组布线接线图

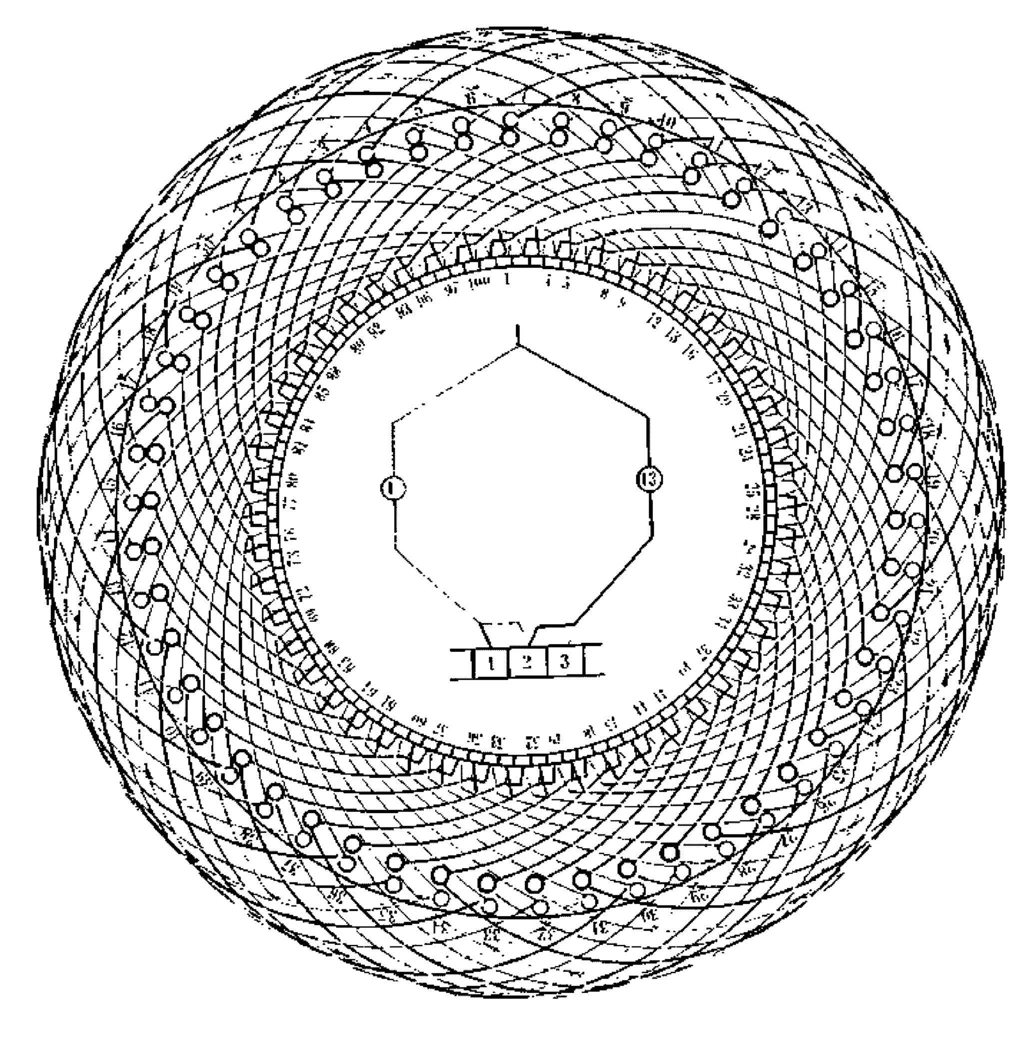


图　6.1.13

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=50$　　每槽元件　$u=2$

电机极数　$2p=4$　　实槽节距　$Y=12$

换向片数　$K=100$　　换向节距　$Y_K=1$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 12。嵌线顺序见下表：

表 6.1.13　交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号 下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14		15	
嵌入槽号 上层														1		2		3

嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号 下层	16		17		18		19		20		21		22		23		24	
嵌入槽号 上层		4		5		6		7		8		9		10		11		12

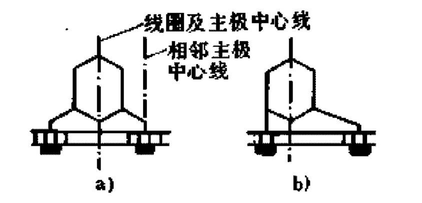
嵌绕次序	37	38	39	40	41	42	43	······	75	76	77	78	79	80	81	82
嵌入槽号 下层	25		26		27		28	······	44		45		46		47	
嵌入槽号 上层		13		14		15		······		32		33		34		35

嵌绕次序	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
嵌入槽号 下层	48		49		50													
嵌入槽号 上层		36		37		38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

3. 接线要点与应用　　本例是短距绕组右行接线，接线原理见图中心的简化接线图。主要应用实例有 Z2－111、Z2－112 直流电动机及AX1－500 直流弧焊发电机等。

6.2 直流电枢单波绕组

单波绕组总元件数 $S=K=$ 奇数；并联支路数与极数无关，即 $a=1$；线圈的换向片节距 Y_K 绕行一周后必定与起始片相邻，最后的绕行终点与始片相接而形成闭路。因此，毋需另设均压线，从而简化了绕组结构，是直流电枢应用最多的绕组形式。



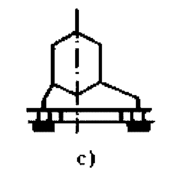


图 6.2 单波绕组引接型式

a)对称引接 b)不对称引接 c)偏移引接

1. 主要绕组参数

换向片节距 $Y_K=(K-1)/p=$ 整数(片)

其余参数计算与单叠绕组相同。

2. 例图中单波绕组上层边为绿色，下层边为黄色。但 $u=1$ 时，为便于读图，绘图时同一元件采用与层次同色别外，其余线圈的同一元件均以同色表示，如下表：

每槽元件数	每线圈元件编号				
	1	2	3	4	5
	每线圈接入换向片的元件色别				
$u=2$	绿	黄			
$u=3$	绿	红	黄		
$u=4$	绿	黑	红	黄	
$u=5$	绿	黑	红	黑	黄

3. 重绕修理必须做好引接线标记，如标记失落或不清，必须重新确定引接位置。

(1) 对称引接换向片的确定　对称引接形式的电刷在相邻主极中心线上，如图 6-1a 所示。参照单叠绕组的确定方法找出线圈跨距两槽轴线，并延长到换向器，然后向始槽方向数出 $(Y_K+u)/2$ 片定为起始 1 号换向片。

(2) 不对称引接的起始换向片确定同单叠绕组。

(3) 偏移引接起始换向片确定可参照单叠绕组方法。

4. 起始槽、片确定后顺序编号，即可参照例图的槽号及对应的换向片号进行接线。

5. 重绕修理装配后，检测中性线偏移时，可旋移电刷架进行调整。

6.2.1　4 极 23×1 槽单波绕组布线接线图

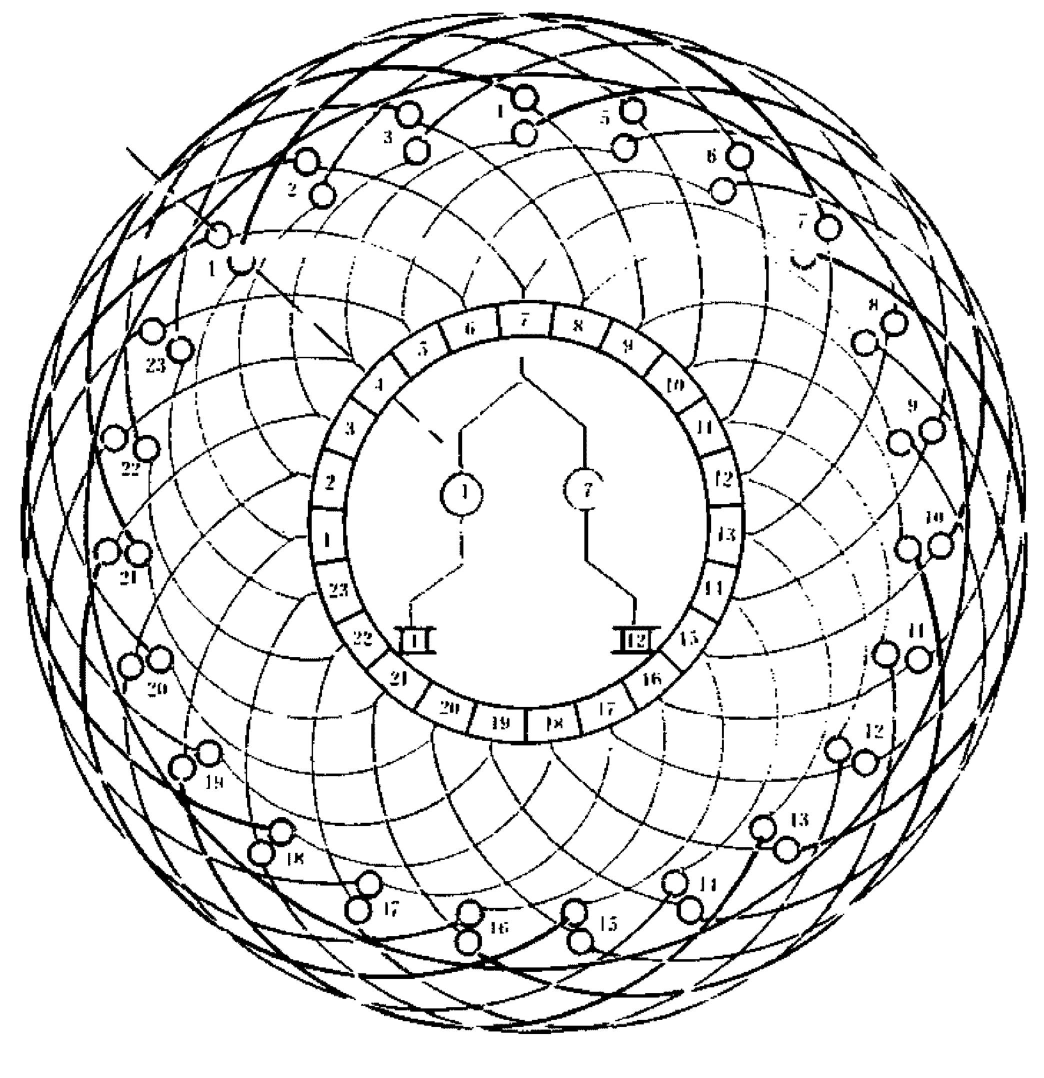


图　6.2.1

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=23$　　　每槽元件　$u=1$

电机极数　$2p=4$　　　实槽节距　$Y=6$

换向片数　$K=23$　　　换向节距　$Y_K=11$

2. 嵌线方法　　转子绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 6.2.1　交叠法(前进式)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	7	6	5	4	3	2	1		23		22		21		20		19	
	上层								7		6		5		4		3		2
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	18		17		16		15		14		13		12		11		10	
	上层		1		23		22		21		20		19		18		17		16
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	9		8															
	上层		15		14	13	12	11	10	9	8								

3. 接线要点与应用　　本例是 4 极单波绕组。每线圈只有一元件，故虚槽数与实槽数相等，即 $Z_0=Z=23$。线圈左侧为下层边，元件引线用黄色绘制；右侧是上层边，元件引线用绿色绘制。绕组第 1 槽中心线与 4 号换向片中心线重合，其接线属不对称引接。槽 1—7 线圈两元件分接于换向片 1 和 12，其余线圈接线类推。此绕组主要应用实例有 F—27、F—35 等汽车、拖拉机用直流发电机。

6.2.2 4 极 25×3 槽单波绕组布线接线图

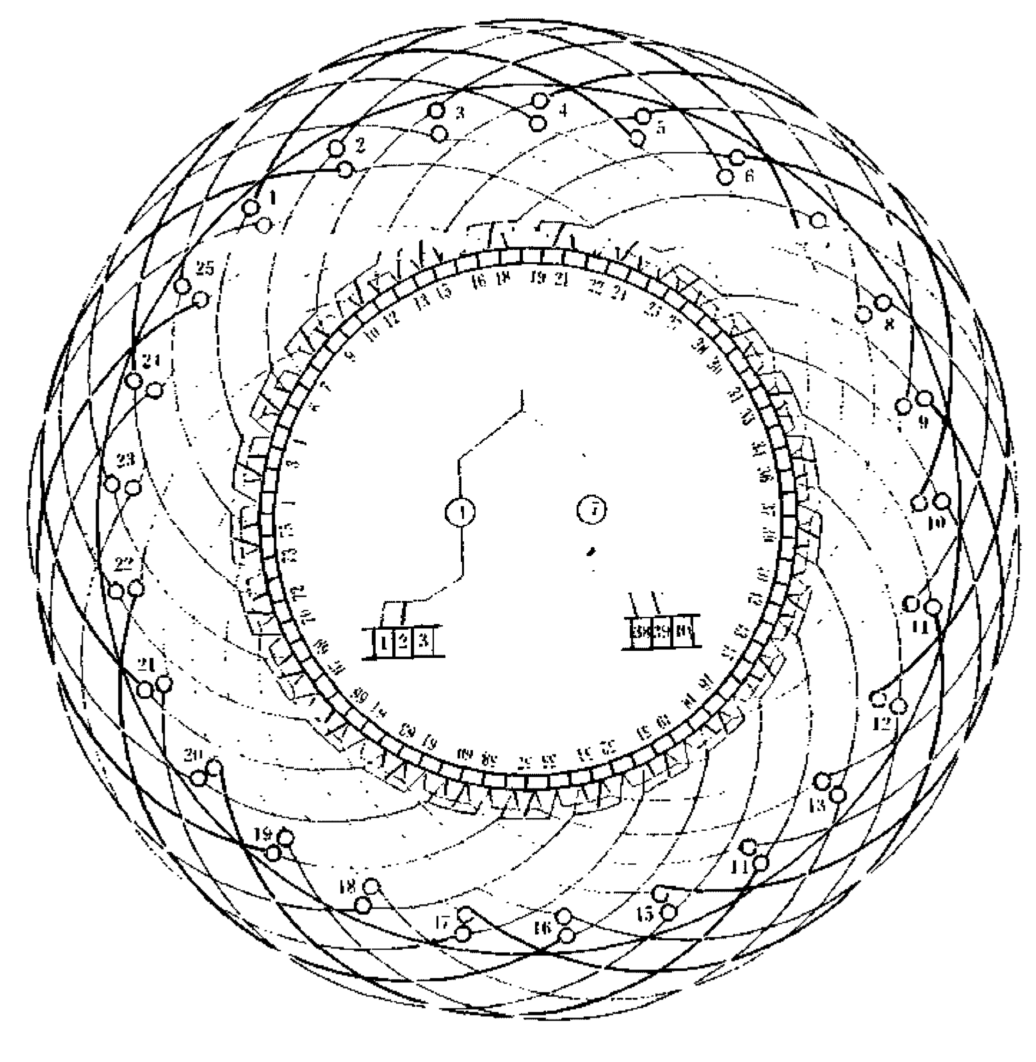


图 6.2.2

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=25$　　每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=6$

换向片数 $K=75$　　换向节距 $Y_K=37$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 6.2.2 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12	
	上层								1		2		3		4		5		6
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	13		14		15		16		17		18		19		20		21	
	上层		7		8		9		10		11		12		13		14		15
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	22		23		24		25											
	上层		16		17		18		19	20	21	22	23	24	25				

3. 接线要点与应用　本例为单波绕组，例图采用偏移引接绘制。线圈节距小于极距，故属短距绕组。每线圈由 3 元件组成，槽 1－7 线圈左侧为上层边，其元件分别引接到换向片 1、2、3；右侧是下层边，元件分别对应接入换向片 38、39、40，其余接线类推。此绕组应用较多，主要实例有 Z2—61、Z3－41 直流电动机，ZXQ－13.5/30、ZXQ－12/48、ZXQ－8/24 等蓄电池供电式直流电动机及 T82－4 的发电机配用励磁机等。

6.2.3 4极25×5槽单波绕组布线接线图

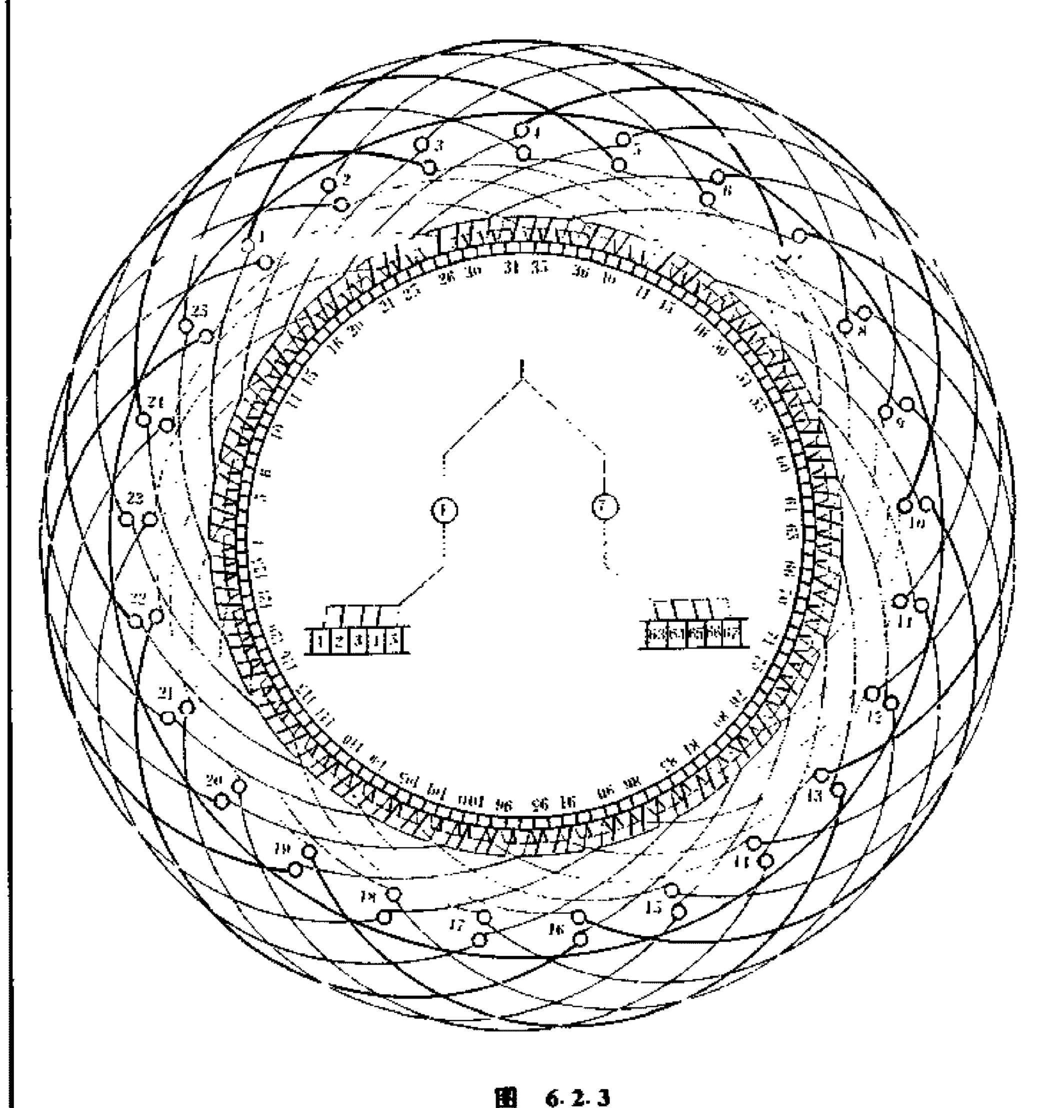


图 6.2.3

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=25$　　每槽元件 $u=5$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=6$

换向片数 $K=125$　　换向节距 $Y_K=62$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为6。嵌线顺序见下表：

表 6.2.3 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12		13		14		15		16
	上层								1		2		3		4		5		6		7		8		9	

嵌绕次序		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
嵌入槽号	下层		17		18		19		20		21		22		23		24		25							
	上层	10		11		12		13		14		15		16		17		18		19	20	21	22	23	24	25

3. 接线要点与应用　本例为短距单波绕组。例图采用偏移引接绘制。线圈由5个元件组成，左侧为上层边，元件引接于换向片1、2、3、4、5；右侧是下层边，并分别对应接入换向片63、64、65、66、67。其余线圈接线依此类推。此绕组主要应用实例有Z2－71、Z2－72一般用途直流电动机及YD－01牵引机车辅机用直流电动机等。

6.2.4 4 极 27×1 槽单波绕组布线接线图

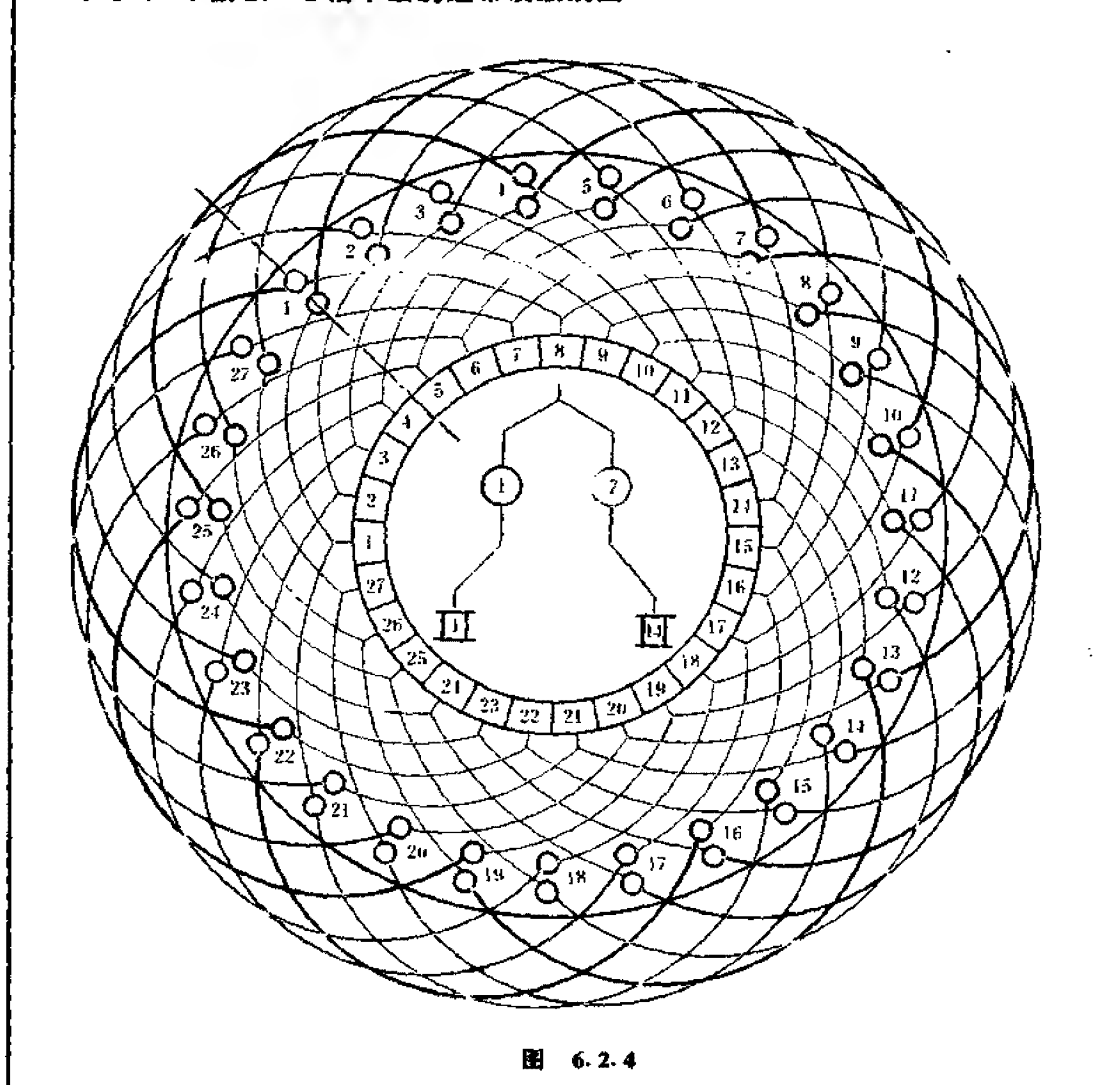


图 6.2.4

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=27$　　每槽元件 $u=1$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=6$

换向片数 $K=27$　　换向节距 $Y_K=13$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠嵌线，吊边数为 6。嵌线在转子上部始嵌，而线圈左侧有效边在下层，故用前进嵌线工艺。嵌线顺序见下表：

表 6.2.4　交叠法(前进式)

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	1	27	26	25	24	23	22		21		20		19		18		17	
	上层								1		27		26		25		24		23

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层		22		21		20		19		18		17		16		15		14

嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	7		6		5		4		3		2							
	上层		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2

3. 接线要点与应用　　本例为短距单波绕组。每个线圈只有一元件。上层边置于线圈右侧，下层边在左侧。绕组嵌接时要求第 1 槽中心线与第 4、5 号换向片间的云母片中心线重合，如图所示。此绕组仅应用于铁牛－55D 型拖拉机配用起动电动机。

6.2.5 4极27×3槽单波绕组布线接线图

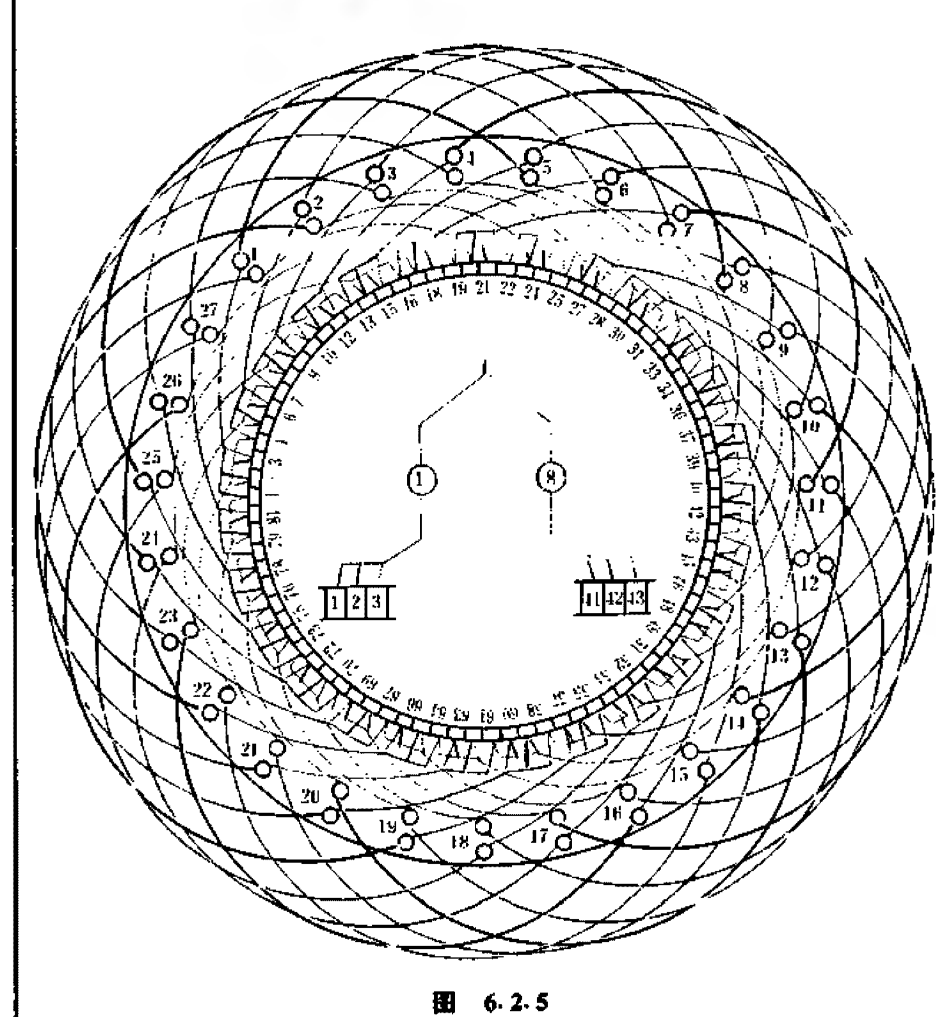


图 6.2.5

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=27$　　每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=7$

换向片数 $K=81$　　换向节距 $Y_K=40$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表 6.2.5 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12		13		14		15		16		17	
	上层									1		2		3		4		5		6		7		8		9		10

嵌绕次序		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	18		19		20		21		22		23		24		25		26		27								
	上层		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	21	22	23	24	25	26	27

3. 接线要点与应用　本例是采用长节距的单波绕组。每线圈有3个元件，槽1—8线圈左侧是上层边，引线分别接入换向片1、2、3；右侧是下层边，对应元件则分别接到换向片41、42、43。其余线圈接法依此类推。此式绕组应用较多，主要实例有Z2—11、Z2—41、Z2—42、Z2—51、Z2—52、Z2—71、Z2—81，Z3—51、Z3—52等直流电动机；ZXQ—25/40蓄电池供电式直流电动机；ZK—32控制用直流电动机以及AX7—400型直流弧焊发电机等。

6.2.6　4 极 27×5 槽单波绕组布线接线图

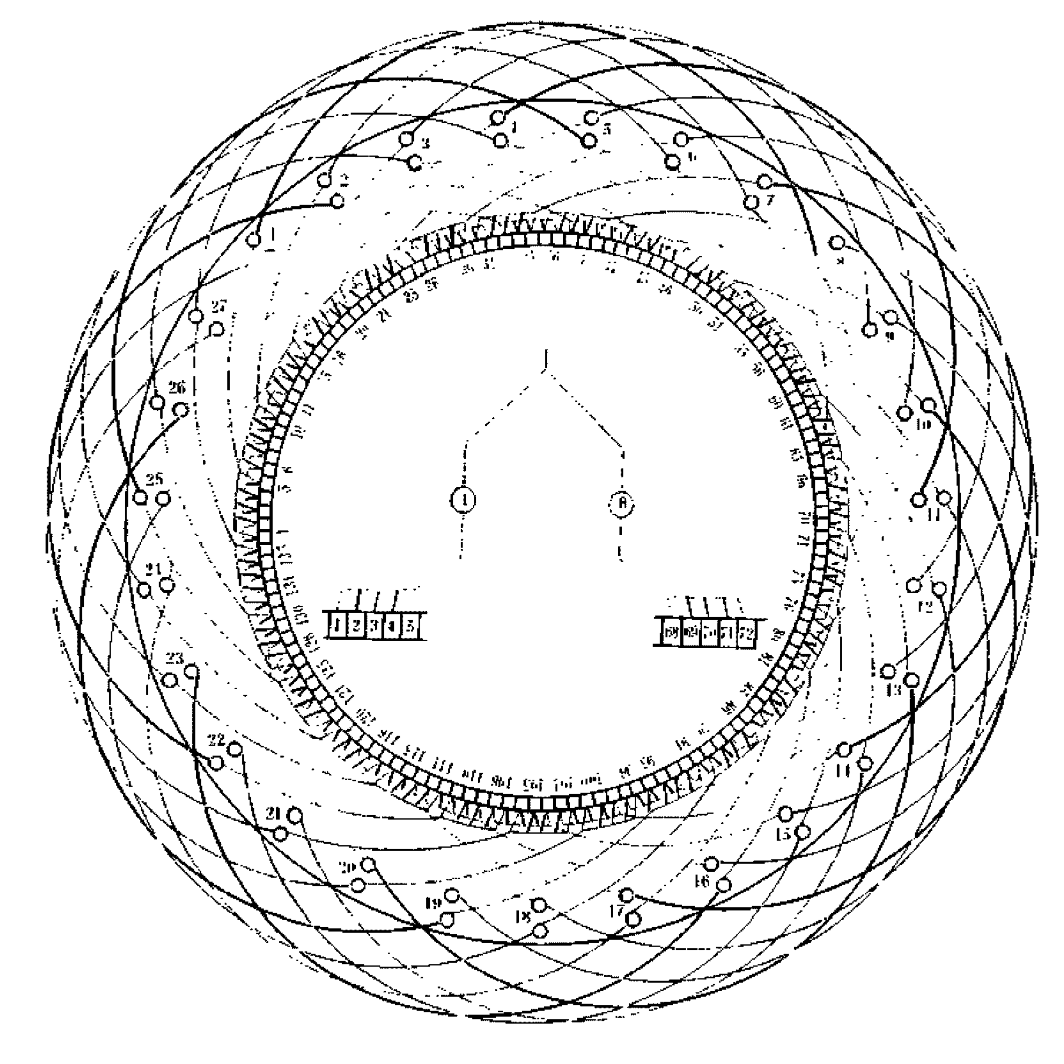


图　6.2.6

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=27$　　每槽元件　$u=5$

电机极数　$2p=4$　　实槽节距　$Y=7$

换向片数　$K=135$　　换向节距　$Y_K=67$

2. 嵌线方法　　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 6.2.6　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12		13
	上层									1		2		3		4		5	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
嵌入槽号	下层		14		15		16		17		18		19		20		21		22
	上层	6		7		8		9		10		11		12		13		14	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		23		24		25		26		27								
	上层	15		16		17		18		19		20	21	22	23	24	25	26	27

3. 接线要点与应用　　绕组采用 7 槽节距，较极距长出 1/4 槽，属长距布线。每圈由 5 个元件组成。槽 1—8 线圈上层引线分别接入换向片 1、2、3、4、5；下层边则对应接到换向片 68、69、70、71、72，其余线圈接线依此类推。主要应用实例有 Z2—41、Z2—42、Z2—71、Z2—72、Z2—81 及 Z3—51、Z3—52 等直流电动机。

6.2.7 4 极 29×3 槽单波绕组布线接线图

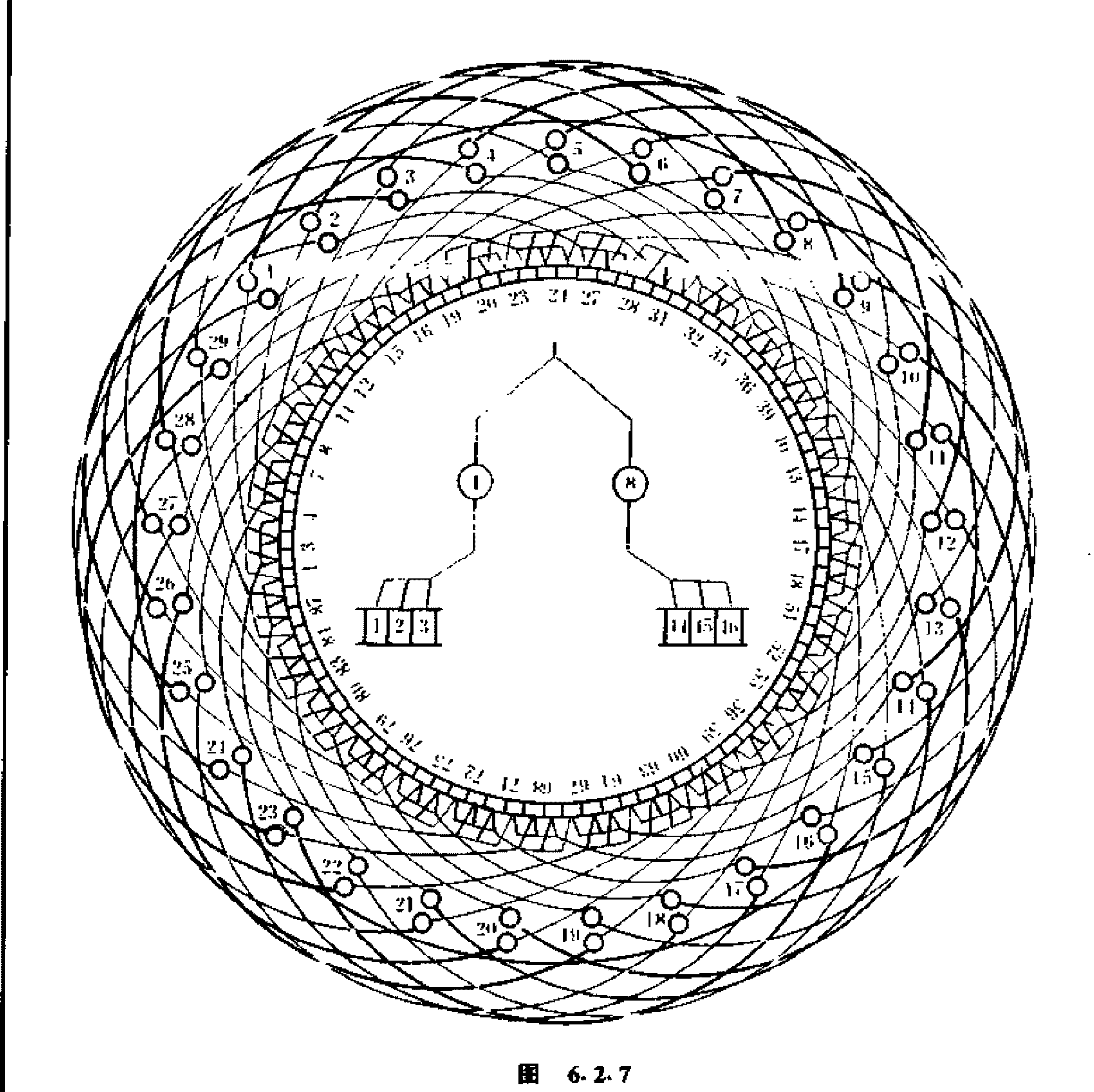


图 6.2.7

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=29$　　每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=7$

换向片数 $K=87$　　换向节距 $Y_K=43$

2. 嵌线方法　本例采用交叠嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 6.2.7 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12		13		14
	上层									1		2		3		4		5		6	
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24
	上层	7		8		9		10		11		12		13		14		15		16	
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58		
嵌入槽号	下层		25		26		27		28		29										
	上层	17		18		19		20		21		22	23	24	25	26	27	28	29		

3. 接线要点与应用　绕组采用短距布线的单波绕组。线圈由 3 个元件组成。槽 1—8 线圈上层引接于换向片 1、2、3；下层边对应分别接到换向片 44、45、46。其余线圈依此类推。主要应用实例有 Z2—91、Z2—92 直流电动机，ZZJ2—22 冶金起重用直流电动机，ZK—32 控制用直流电动机及 AX3—300、AX4—300 弧焊直流发电机等。

6.2.8 4极 29×5 槽单波绕组布线接线图

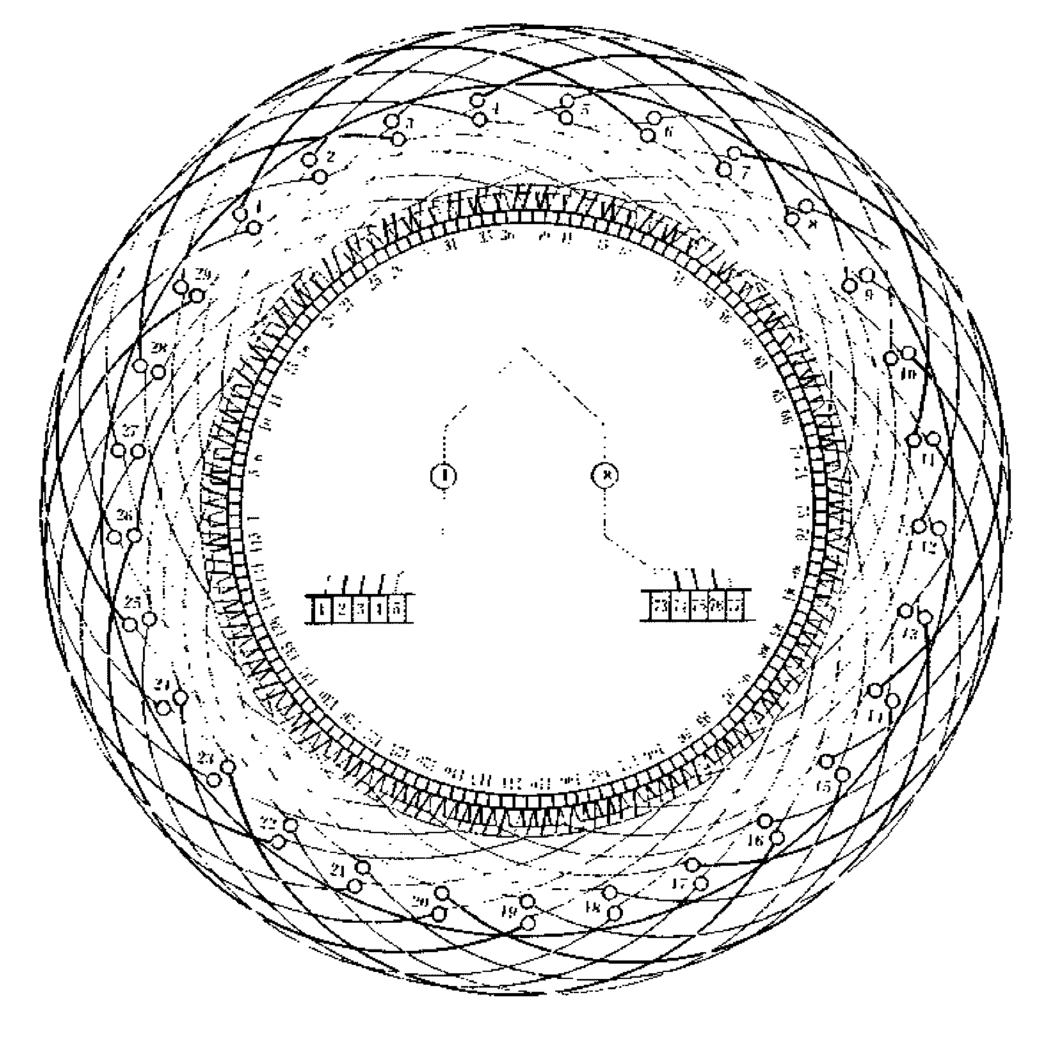


图 6.2.8

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=29$　　每槽元件 $u=5$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=7$

换向片数 $K=145$　　换向节距 $Y_K=72$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 6.2.8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12
	上层									1		2		3		4	

嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	下层		13		14		15		16		17		18		19		20
	上层	5		6		7		8		9		10		11		12	

嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		21		22		23		24		25		26		27		28
	上层	13		14		15		16		17		18		19		20	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58						
嵌入槽号	下层		29														
	上层	21		22	23	24	25	26	27	28	29						

3. 接线要点与应用　绕组采用短距布线方案，线圈节距较极距短 1/4 槽。每槽元件数为 5，槽 1－8 线圈上层边元件分别接入换向片 1、2、3、4、5；下层边对应接到换向片 73、74、75、76、77，其余线圈接线依此类推。此绕组主要应用于 Z2－91、Z2－82、Z2－71、Z2－72等直流电动机。

6.2.9 4极31×3槽单波绕组布线接线图

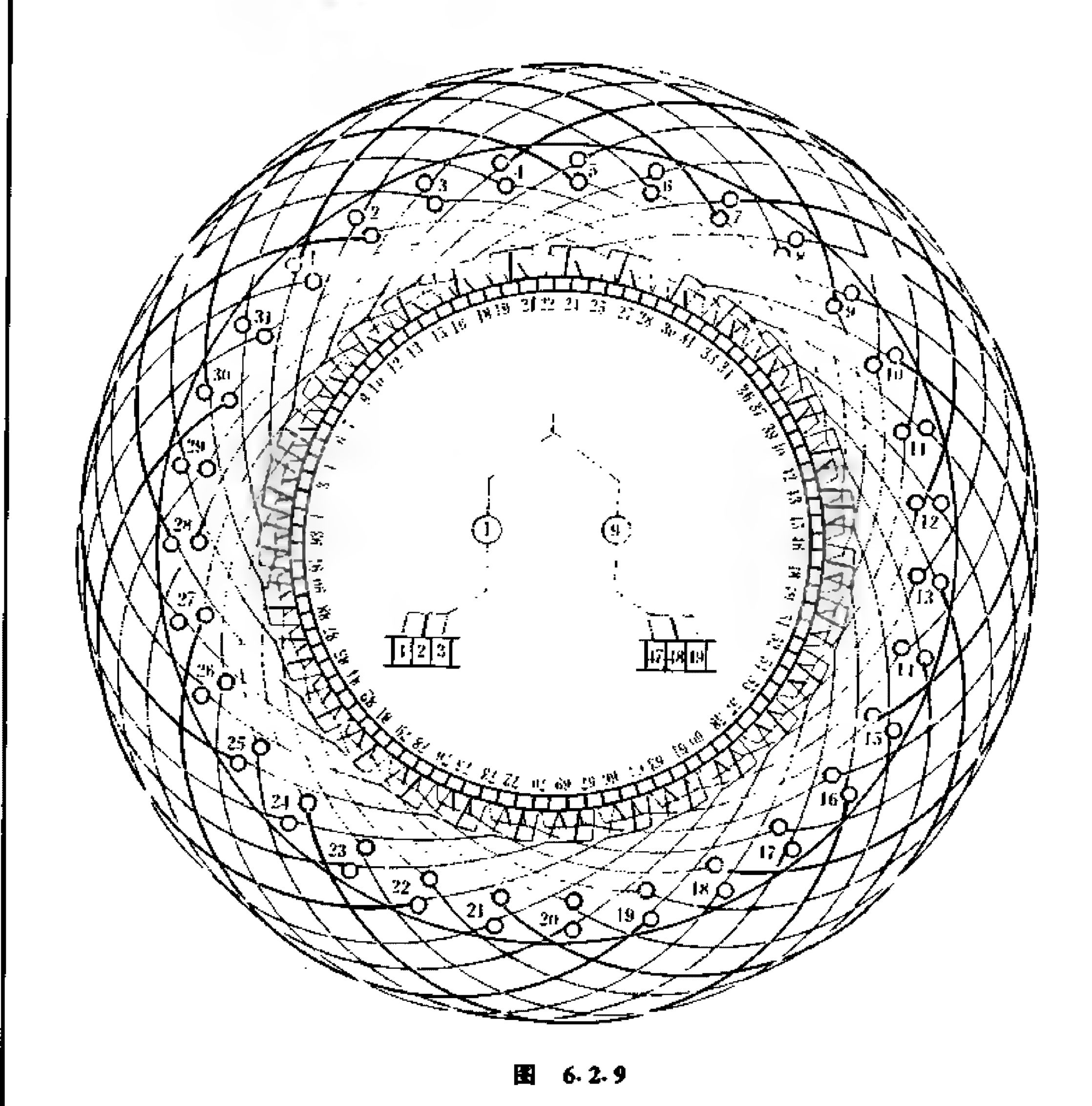


图 6.2.9

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=31$　　每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=8$

换向片数 $K=93$　　换向节距 $Y_K=46$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 6.2.9 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13		14		15
	上层										1		2		3		4		5		6	
嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	下层		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25	
	上层	7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17
嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	
嵌入槽号	下层	26		27		28		29		30		31										
	上层		18		19		20		21		22		23	24	25	26	27	28	29	30	31	

3. 接线要点与应用　本例系采用长距布线，线圈节距较极距长1/4槽。每线圈有3个元件，槽1—9线圈上层边分别引接换向片1、2、3；下层边元件则对应接入换向片47、48、49。其余线圈接线类推。此绕组应用较广，如有Z2—51、Z2—61、Z2—62、Z3—61、Z3—62等直流电动机，ZQ—2B、ZQ—8B、ZQ—3、ZQ—7等电车用直流电动机以及ZZJ2—42、ZZJ2—32、ZZY—32、ZZY—42等冶金起重用直流电动机。

6.2.10　4 极 33×3 槽单波绕组布线接线图

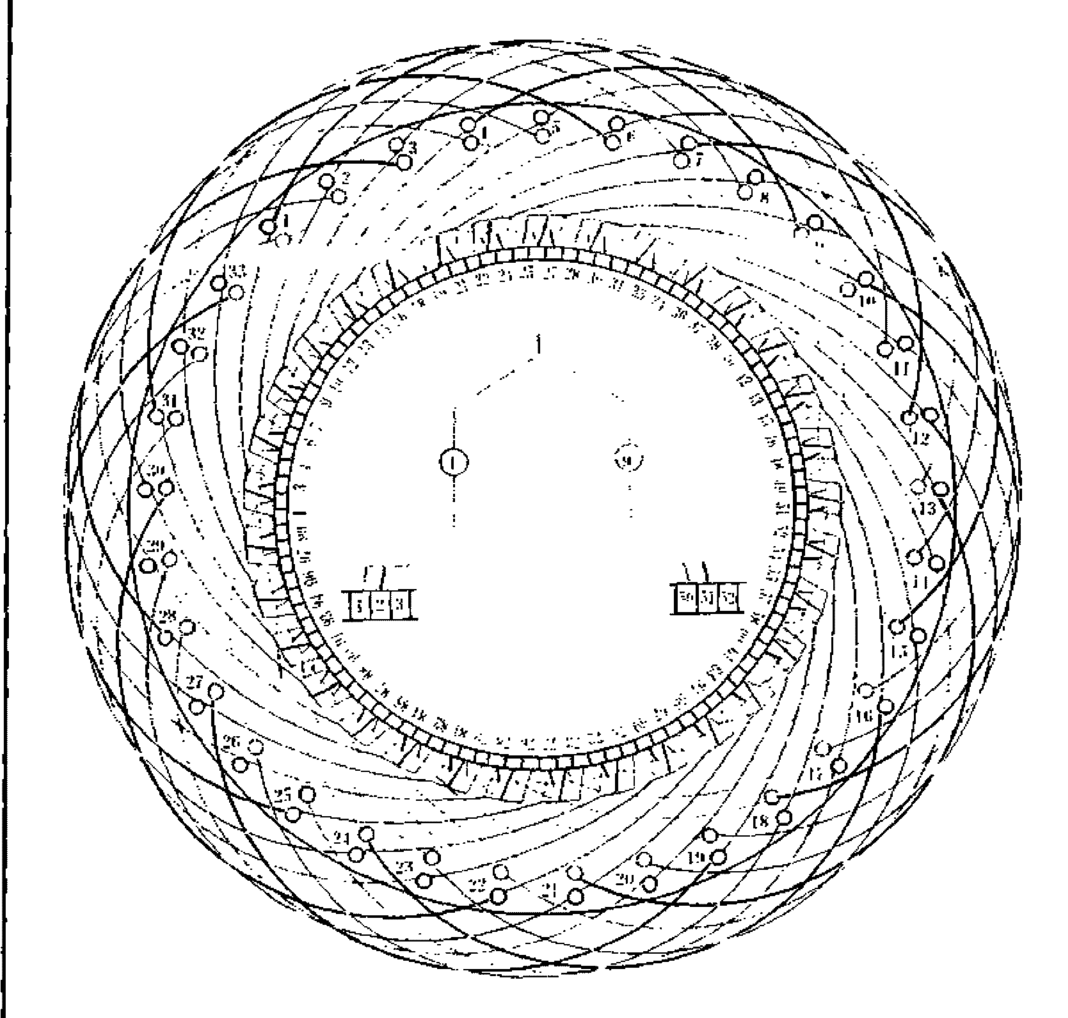


图　6.2.10

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=33$　　　每槽元件　$u=3$

电机极数　$2p=4$　　　实槽节距　$Y=8$

换向片数　$K=99$　　　换向节距　$Y_K=49$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠嵌法，吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 6.2.10　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13		14		15	
	上层										1		2		3		4		5		6		7
嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层	16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26	
	上层		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18
嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
嵌入槽号	下层	27		28		29		30		31		32		33									
	上层		19		20		21		22		23		24		25	26	27	28	29	30	31	32	33

3. 接线要点与应用　　本例为短距布线单波绕组，线圈节距较极距短 1/4 槽。每槽元件数为 3，即槽 1—9 线圈上层边元件分别接入换向片 1、2、3；下层边元件分别对应接于换向片 50、51、52。其余线圈接线类推。绕组主要应用实例有直流电动机 Z2—71、Z2—72、Z2—82、Z2—91 及冶金起重用直流电动机 ZZJ2—42 等。

6.2.11 4极35×3槽单波绕组布线接线图

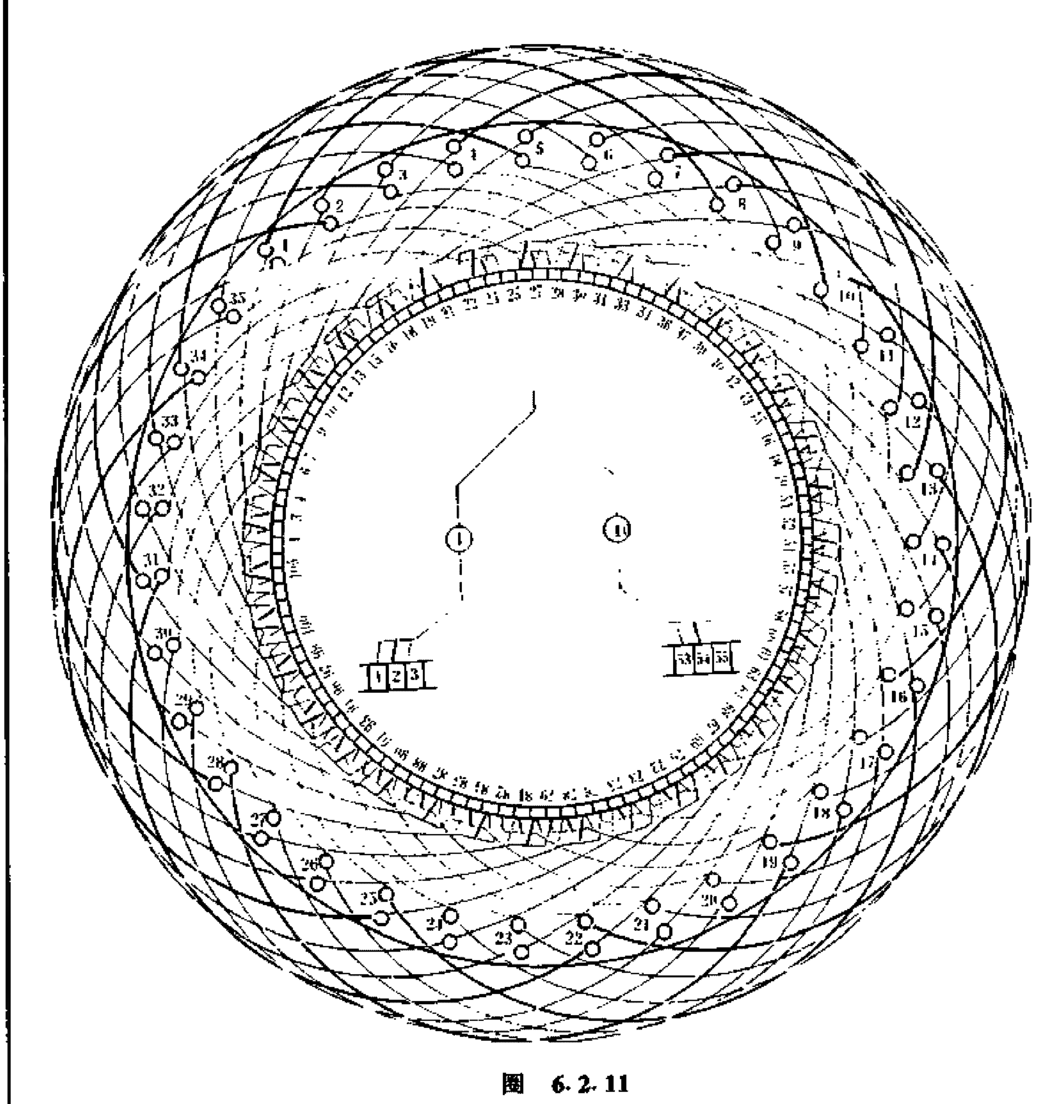


图 6.2.11

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=35$　　每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=9$

换向片数 $K=105$　　换向节距 $Y_K=52$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为9。嵌线顺序见下表：

表 6.2.11 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12		13		14		15		16		17
	上层											1		2		3		4		5		6		7	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29
	上层	8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70		
嵌入槽号	下层		30		31		32		33		34		35												
	上层	20		21		22		23		24		25		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		

3. 接线要点与应用　本例为长距布线的单波绕组，线圈节距较极距长1/4槽。每线圈有3个元件，线圈1—10左侧为上层，元件分别接人换向片1、2、3；右侧为下层，对应元件分别接到换向片53、54、55。其余类推。应用实例有Z2—71、Z2—81、Z2—82、Z2—111直流电动机及ZZJ2—62冶金起重用直流电动机。

6.2.12　4 极 37×3 槽单波绕组布线接线图

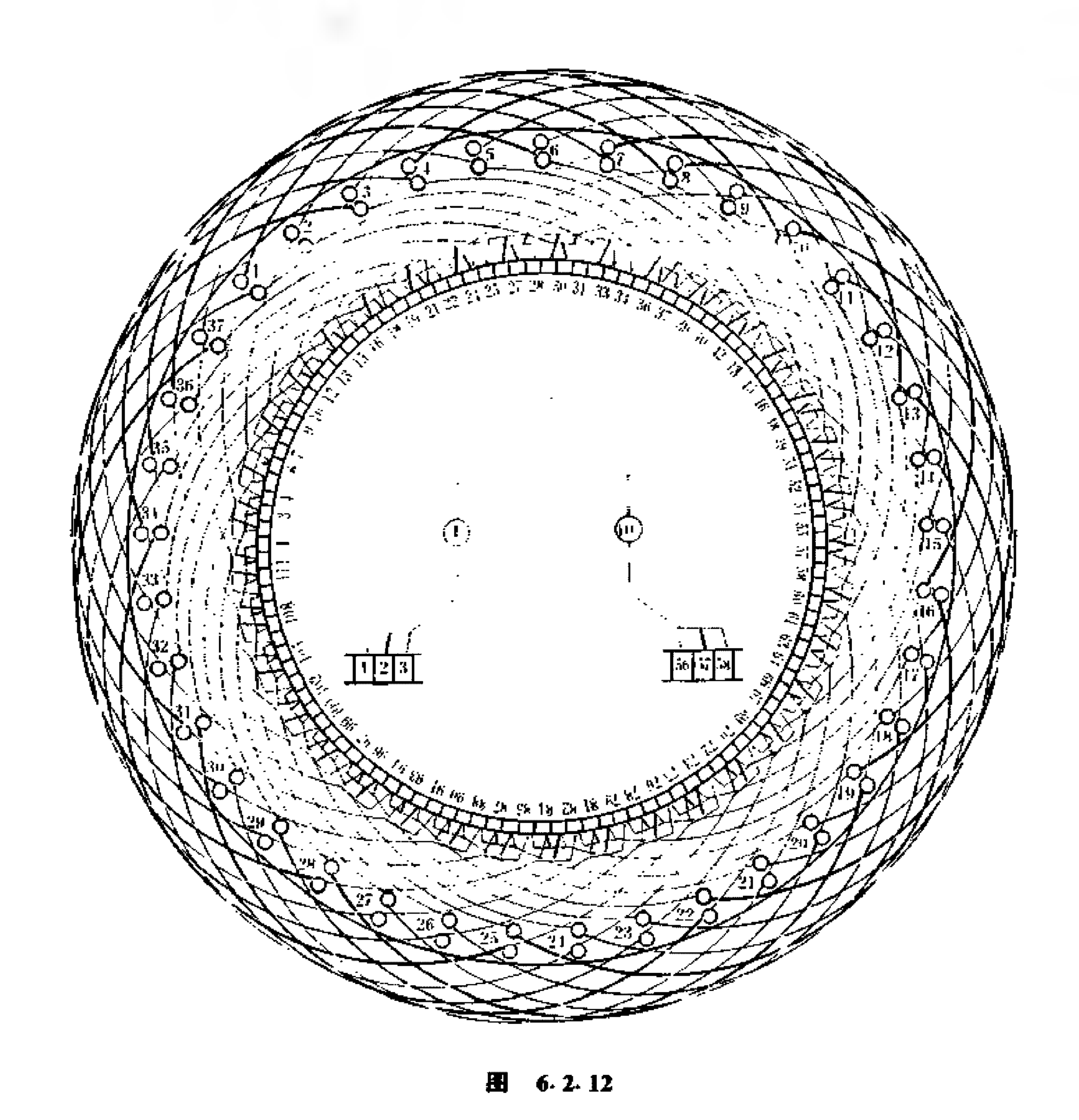


图　6.2.12

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=37$　　　每槽元件　$u=3$

电机极数　$2p=4$　　　实槽节距　$Y=9$

换向片数　$K=111$　　　换向节距　$Y_K=55$

2. 嵌线方法　　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 6.2.12　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12		13		14	
	上层											1		2		3		4		5
嵌绕次序		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
嵌入槽号	下层	15		16		17		18		19		20		21		22		23		24
	上层		6		7		8		9		10		11		12		13		14	
嵌绕次序		39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
嵌入槽号	下层		25		26		27		28		29		30		31		32		33	
	上层	15		16		17		18		19		20		21		22		23		24
嵌绕次序		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74		
嵌入槽号	下层	34		35		36		37												
	上层		25		26		27		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		

3. 接线要点与应用　　本例采用短距布线。线圈 1—10 的上层边引线分别接人换向片 1、2、3；下层边则对应接到换向片 56、57、58。其余类推。主要应用实例有 Z2—91、Z2—102 等直流电动机及龙门刨床用直流电动机 ZBD—92J 等。

6.2.13 4 极 39×3 槽单波绕组布线接线图

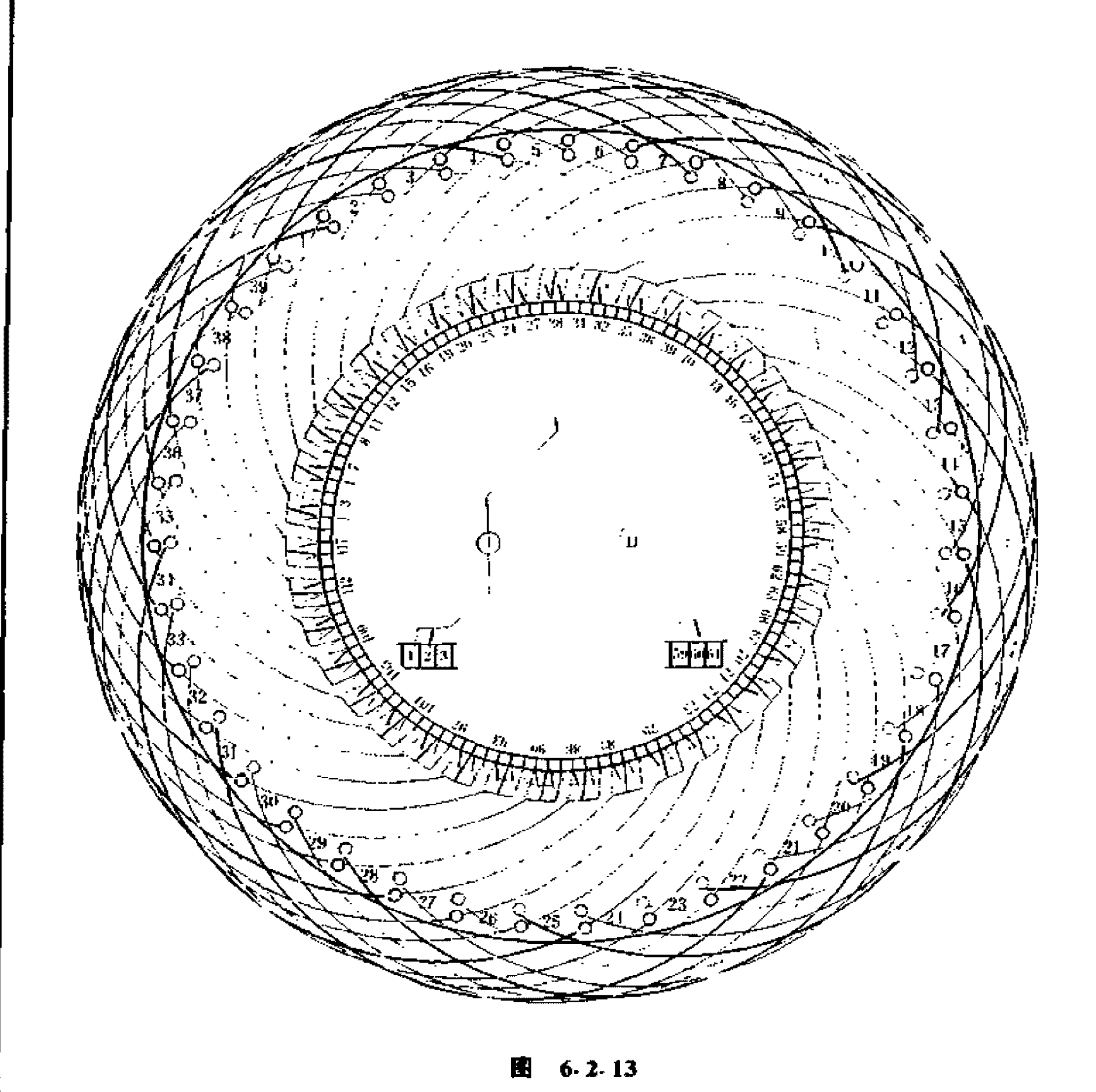


图 6.2.13

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=39$　　每槽元件 $u=3$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y=10$

换向片数 $K=117$　　换向节距 $Y_K=58$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见下表：

表 6.2.13　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12		13		14		15	
	上层												1		2		3		4		5
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层	16		17		18		19		20		21		22		23		24		25	
	上层		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
嵌入槽号	下层	26		27		28		29		30		31		32		33		34		35	
	上层		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25
嵌绕次序		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78		
嵌入槽号	下层	36		37		38		39													
	上层		26		27		28		29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		

3. 接线要点与应用　本绕组采用长距布线。线圈 1—11 左侧元件分别接入换向片 1、2、3；右侧元件对应接在换向片 59、60、61。其余类推。应用实例有 Z2—72 等直流电动机，ZZJ2—92 冶金起重用及 ZBF—92J 龙门刨床用直流电机。

6.3 直流电枢死波绕组

死波绕组是单波绕组的特殊型式。在一般单波绕组中，绕组总元件数$S=Zu=K$。为了满足绕组的单波绕行，换向片数K必须为奇数。为确保K值为奇数，通常取每槽元件u和实槽数Z为奇数，但是，有时会因条件限制而在Zu中出现偶数，使K值为偶数，导致单波绕组局部闭路而无法绕行。对此要人为地取K为奇数，将总元件数(Zu)中的一个元件不与换向器连接，从而形成具有“死元件”（又称“伪元件”或“假元件”）的单波绕组，即本书所谓的“死波绕组”。

1. 图题规格　死波绕组的有效元件数不等于换向片数，因此，如图例标题采用“31×4—1”表示；其中31为实槽数，4为每槽元件数，总元件数为31×4，总有效元件数为31×4—1，死元件数为1。

2. 主要绕组参数　死波绕组参数计算与单波绕组基本相同，但其中：

(1) 总元件数　$S=Zu$

(2) 每槽元件数　$u=(K+1)/Z$

(3) 有效元件数　$S_x=K=S-1$

(4) 死元件数　死波绕组的死元件数可以是$1\sim(u-1)$，但实用上均取1。

3. 死波绕组上层边为红色，下层边为黄色；线圈端部用黄、绿、红三色交替画出，以便看图。

4. 每槽线圈的有效元件边采用色别见下表；死元件则用墨线画出。

每槽元件数	每线圈元件编号				
	1	2	3	4	5
	每线圈接入换向片的元件色别				
$u=2$	红	黄			
$u=3$	红	绿	黄		
$u=4$	红	绿	黑	黄	

5. 重绕修理时必须做好拆线标记。死波绕组的引接不能采用标准形式，故只能采用偏移引接。起始换向片可参考单叠绕组所述方法确定，但准确性较差，必须在重绕装配后进行调整。

6.3.1　4 极 21×2−1 槽死波绕组布线接线图

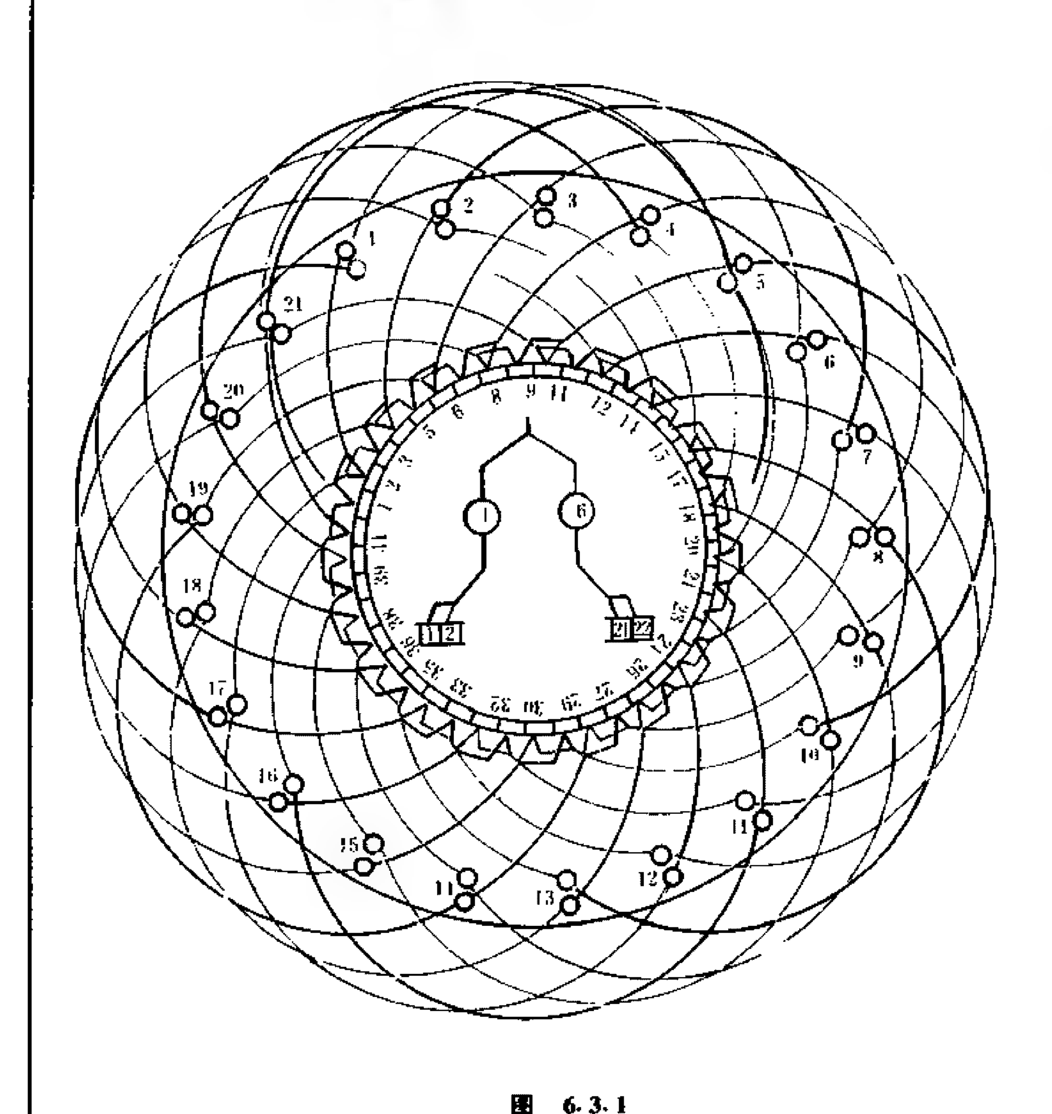


图　6.3.1

1. 绕组参数

转子槽数	$Z=21$	总元件数	$S=42$
电机极数	$2p=4$	死元件数	$S_o=1$
换向片数	$K=41$	实槽节距	$Y=5$
每槽元件	$u=2$	换向节距	$Y_K=20$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线方法见下表：

表 6.3.1　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6		7		8		9		10		11		12		13	
	上层							1		2		3		4		5		6		7		8

嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	下层	14		15		16		17		18		19		20		㉑						
	上层		9		10		11		12		13		14		15		16	17	18	19	20	⑳

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　本例绕组采用短距布线，线圈节距较极距缩短 1/4 槽。槽 1—6 线圈左侧为上层，两元件分别引接入换向片 1、2；右侧为下层，元件对应接到换向片 21、22。余类推，但具有死元件的线圈安排在槽 21—5，其有效元件分别跨接于换向片 41 和 20；死元件则用绝缘包好。此绕组主要应用于 F66 等汽车及拖拉机用直流发电机电枢。

6.3.2 4极 25×4—1槽死波绕组布线接线图

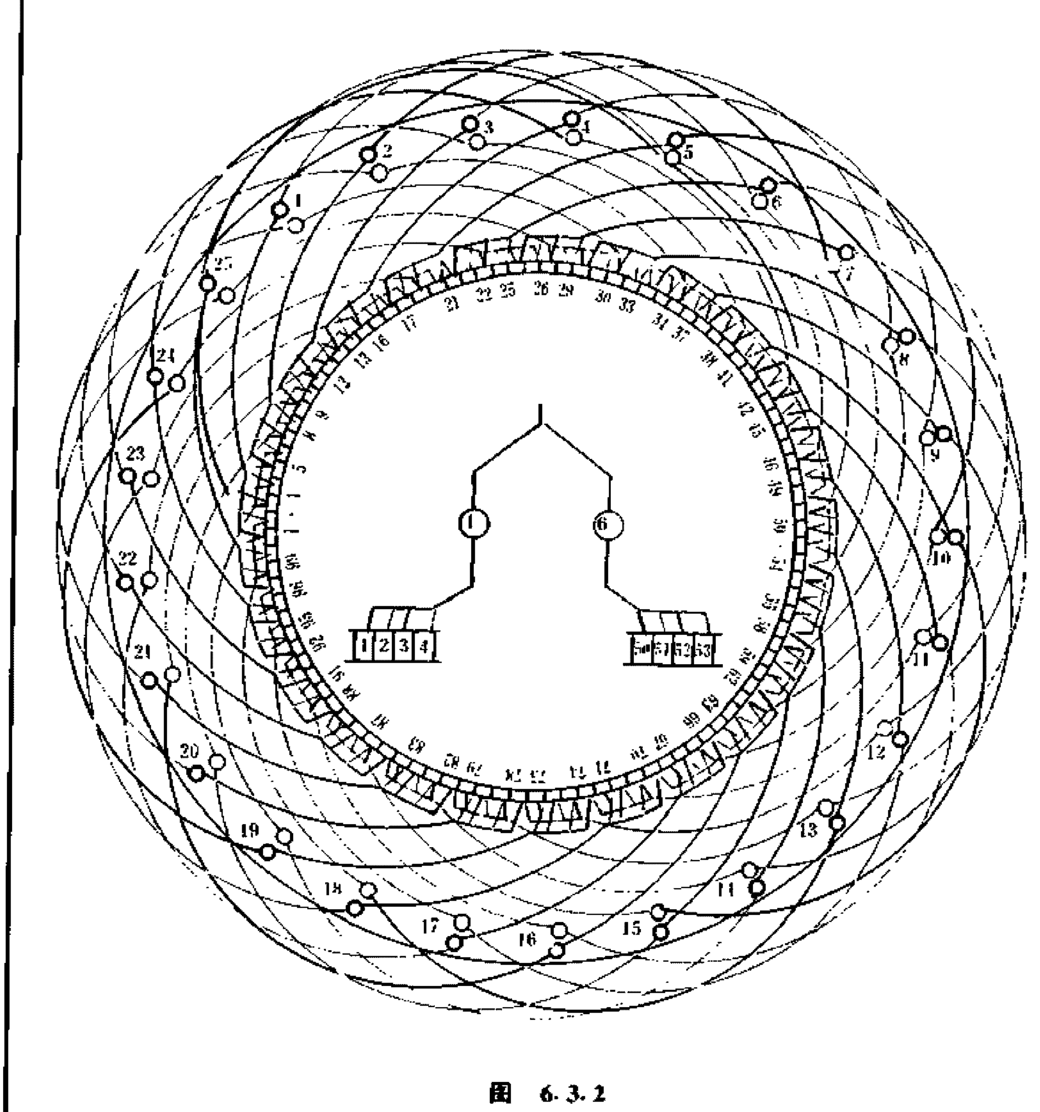


图 6.3.2

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=25$　　总元件数 $S=100$

电机极数 $2p=4$　　死元件数 $S_o=1$

换向片数 $K=99$　　实槽节距 $Y=5$

每槽元件 $u=4$　　换向节距 $Y_K=49$

2. 嵌线方法　采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见下表：

表 6.3.2 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6		7		8		9		10		11	
	上层							1		2		3		4		5		6

嵌绕次序		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
嵌入槽号	下层	12		13		14		15		16		17		18		19		20
	上层		7		8		9		10		11		12		13		14	

嵌绕次序		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
嵌入槽号	下层		21		22		23		24		㉕						
	上层	15		16		17		18		19		20	21	22	23	24	㉕

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　绕组采用缩短节距布线，线圈节距较全距缩短1¼槽，比一般常用节距短1槽，仅用于特殊用途的电动机。线圈1—6左侧为上层边，4元件分别引接到换向片1、2、3、4；右侧下层边元件对应接在片50、51、52、53。余类推。死元件安排在线圈25—5。应用实例有ZZJ2—12冶金起重直流电动机。

6.3.3 4极 27×4—1 槽死波绕组布线接线图之一

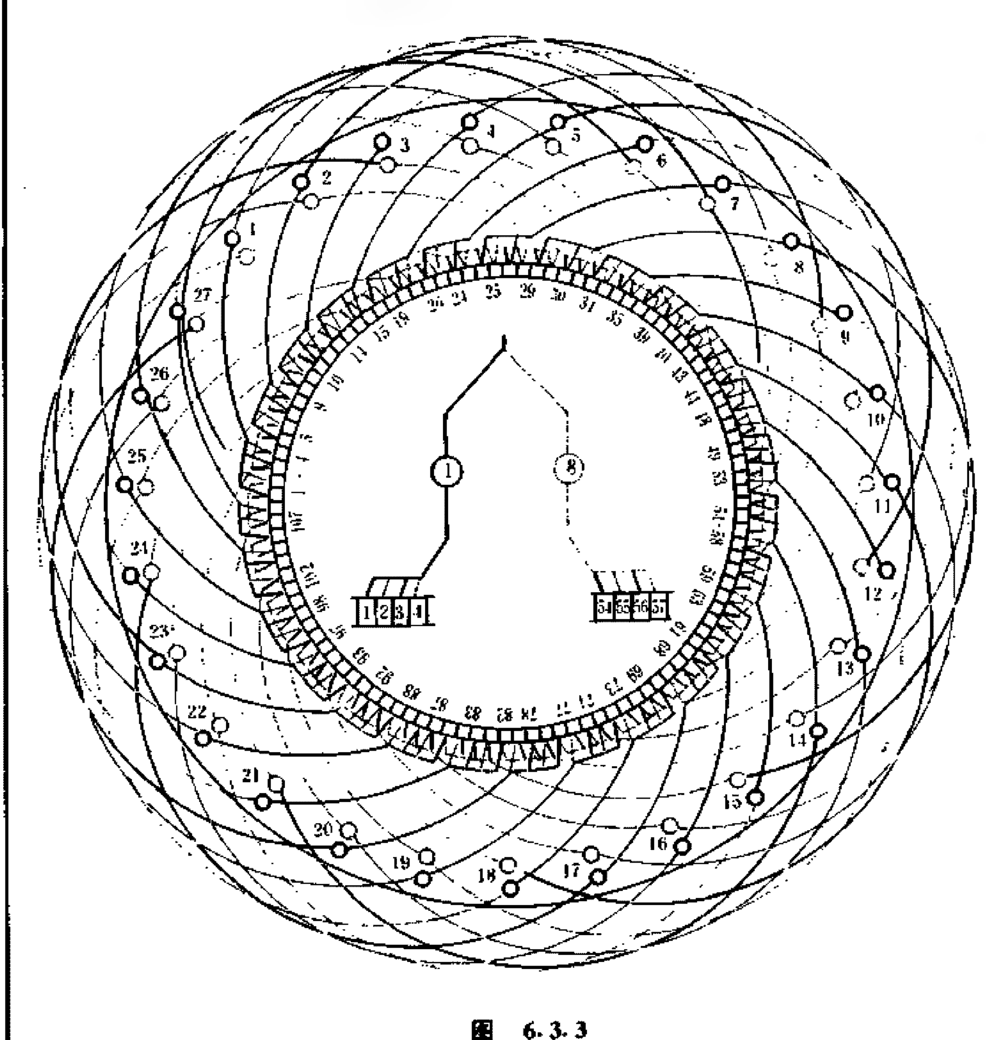


图 6.3.3

1. 绕组参数

转子槽数	$Z=27$	总元件数	$S=108$
电机极数	$2p=4$	死元件数	$S_o=1$
换向片数	$K=107$	实槽节距	$Y=7$
每槽元件	$u=4$	换向节距	$Y_K=53$

2. 嵌线方法　本例采用交叠嵌线法，吊边数为 7。嵌线顺序见下表：

表 6.3.3 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12		13		14		15		16		17	
	上层									1		2		3		4		5		6		7		8		9		10

嵌绕次序		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层	18		19		20		21		22		23		24		25		26		㉗								
	上层		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	21	22	23	24	25	26	㉗

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　本绕组采用长距布线，线圈节距较全距长 1/4 槽。每线圈由 4 元件组成。槽 1—8 线圈左侧为上层，各元件分别引接到换向片 1、2、3、4；右侧是下层，对应各元件分别接入换向片 54、55、56、57。余类推。此绕组主要应用于冶金起重直流电动机，实例有 ZZJ2—31 等。

6.3.4 4 极 27×4—1 槽死波绕组布线接线图之二

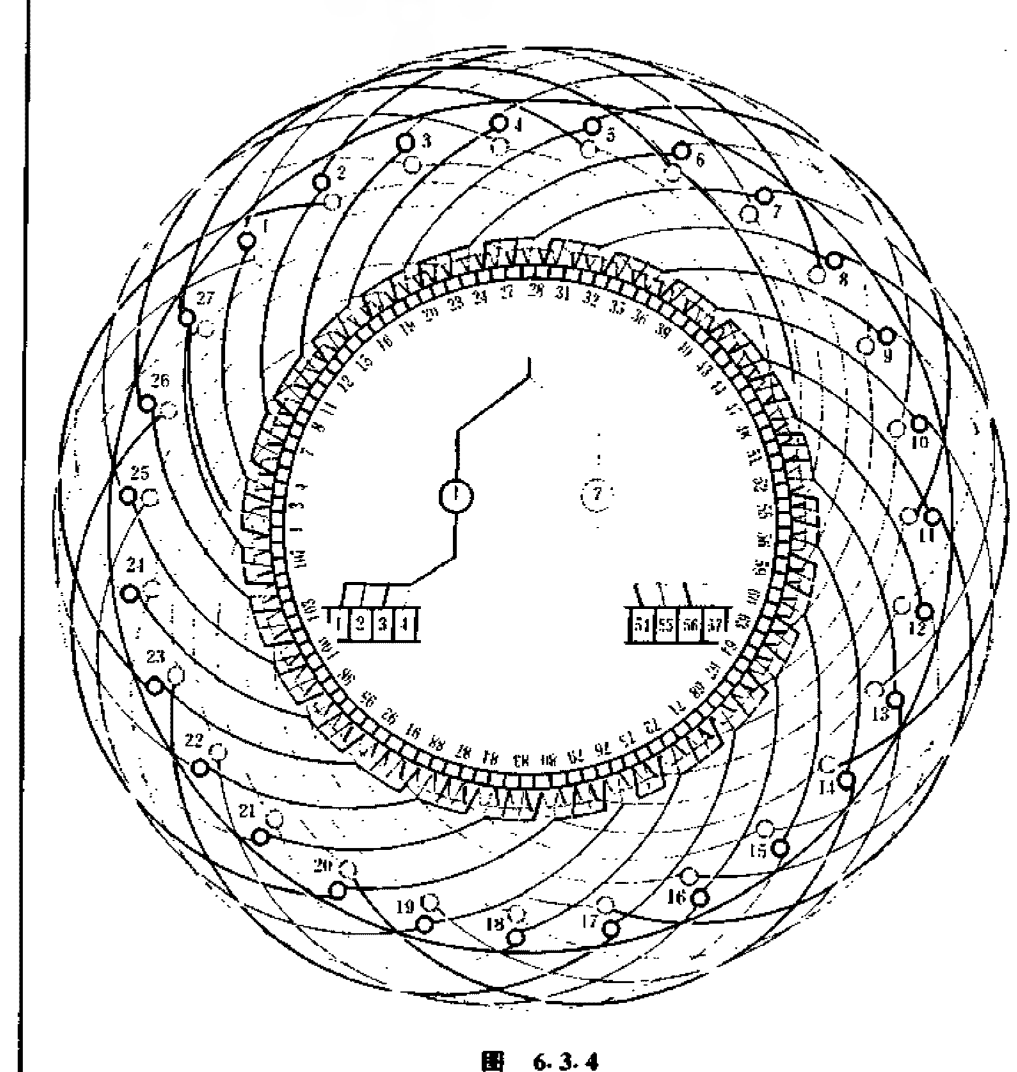


图 6.3.4

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=27$　　总元件数 $S=108$

电机极数 $2p=4$　　死元件数 $S_o=1$

换向片数 $K=107$　　实槽节距 $Y=6$

每槽元件 $u=4$　　换向节距 $Y_K=53$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见下表：

表 6.3.4　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17
	上层								1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	

嵌绕次序		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
嵌入槽号	下层		18		19		20		21		22		23		24		25		26		㉗							
	上层	11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21	22	23	24	25	26	㉗

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　本例系采用短节距的死波绕组，线圈节距较全距缩短 3/4 槽。每线圈由 4 个元件组成，线圈 1—7 左侧为上层边，各元件分别接入换向片 1、2、3、4；右侧在下层边，其元件分别对应接到换向片 54、55、56、57。其余线圈接线类推。具有死元件的线圈跨嵌于槽 27—6，有效的 3 个元件分别接入换向片 105、106、107 和 51、52、53，死元件两端进行绝缘。此绕组应用实例有 ZQF—5—2 等电车用直流发电机电枢。

6.3.5　4极29×2—1槽死波绕组布线接线图

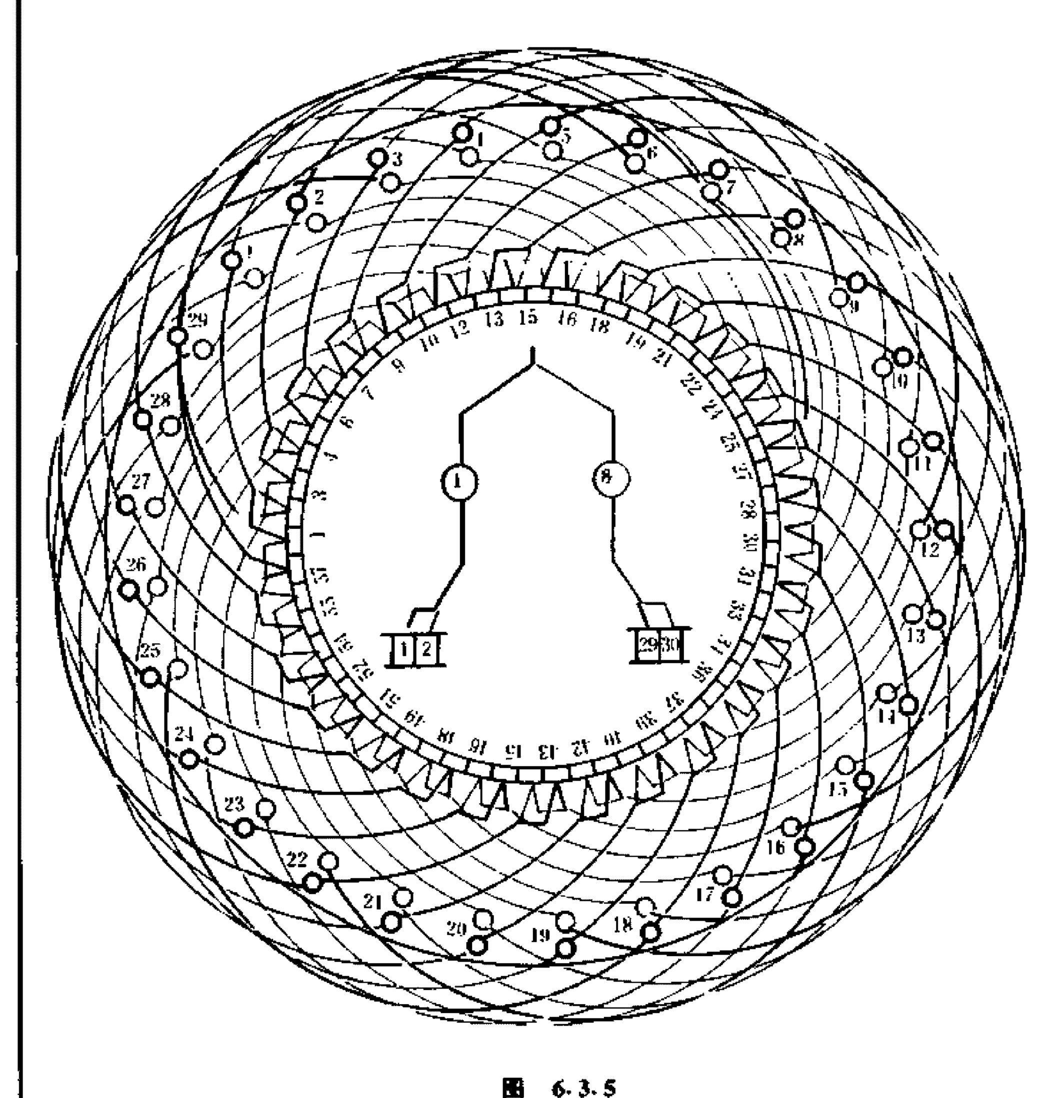


图　6.3.5

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=29$　　总元件数　$S=58$

电机极数　$2p=4$　　死元件数　$S_o=1$

换向片数　$K=57$　　实槽节距　$Y=7$

每槽元件　$u=2$　　换向节距　$Y_K=28$

2. 嵌线方法　　绕组嵌线用交叠法，吊边数为7。嵌线顺序见下表：

表6.3.5　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12		13		14
	上层									1		2		3		4		5		6	
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
嵌入槽号	下层		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24
	上层	7		8		9		10		11		12		13		14		15		16	
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58		
嵌入槽号	下层		25		26		27		28		㉙										
	上层	17		18		19		20		21		22	23	24	25	26	27	28	㉙		

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　　本例为短距布线的死波绕组。每线圈由2元件构成，线圈1—8左侧为上层边，元件接入换向片1、2；右侧是下层边，元件分别对应接入换向片29、30。余类推。具有死元件的线圈嵌入槽29—7。此绕组主要用于蓄电池供电式直流电动机，应用实例如ZXQ—40/30。

6.3.6 4 极 31×4－1 槽死波绕组布线接线图

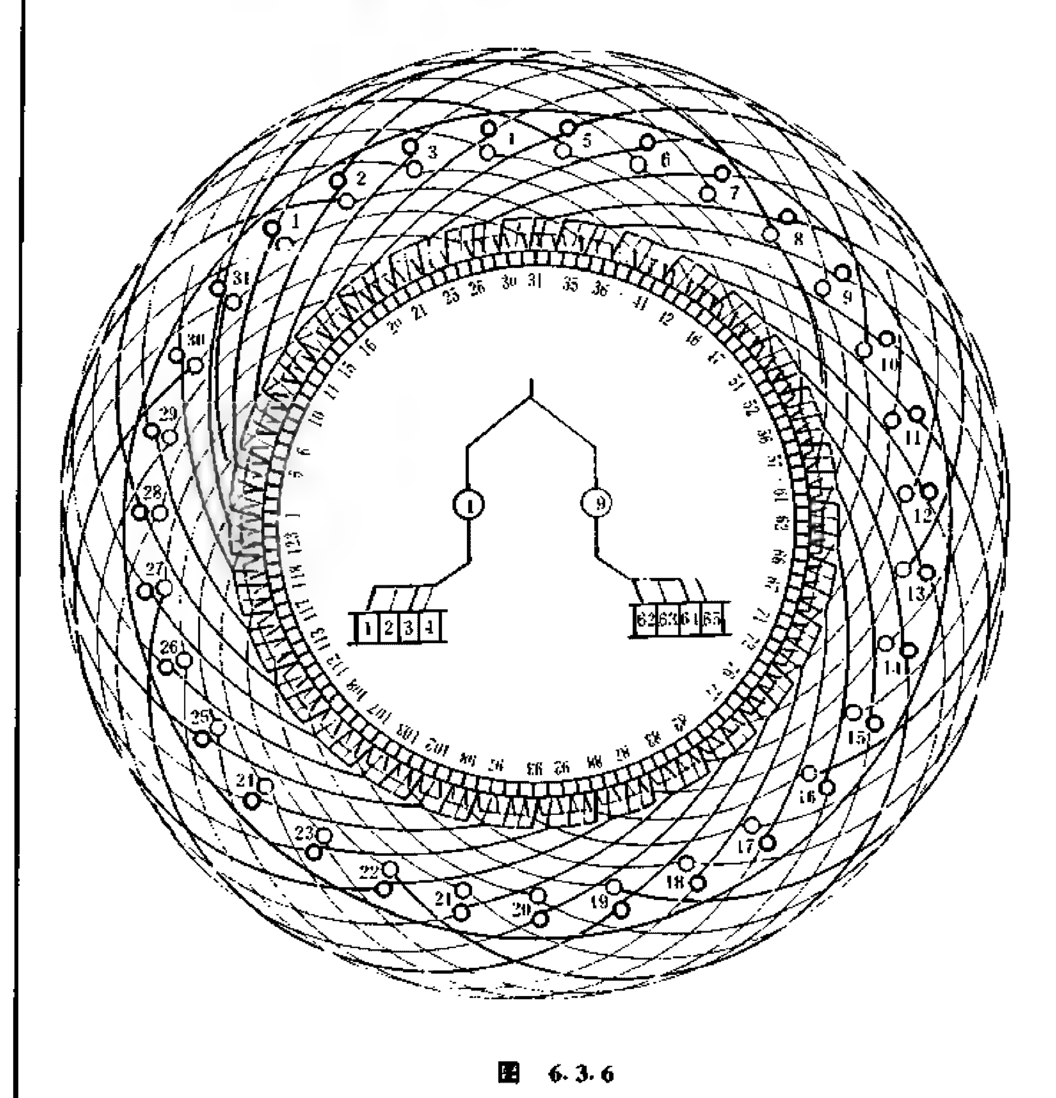


图 6.3.6

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=31$　　总元件数 $S=124$

电机极数 $2p=4$　　死元件数 $S_o=1$

换向片数 $K=123$　　实槽节距 $Y=8$

每槽元件 $u=4$　　换向节距 $Y_K=61$

2. 嵌线方法　采用交叠嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见下表：

表 6.3.6　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13		14		15
	上层										1		2		3		4		5		6	

嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
嵌入槽号	下层		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25	
	上层	7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17

嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
嵌入槽号	下层	26		27		28		29		30		㉛									
	上层		18		19		20		21		22		23	24	25	26	27	28	29	30	㉛

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　本例采用长距布线，线圈节距较全距长 1/4 槽。每线圈由 4 元件组成，槽 1—9 线圈左侧为上层边，元件接于换向片 1、2、3、4；右侧下层边则分别对应接入换向片 62、63、64、65。余类推。具有死元件的线圈安排在槽 31—8。此绕组多用于工作繁重的场合，应用实例有 ZQD—4A 电车用直流电动机；ZZY—31、ZZY—41、ZZY2—52 等冶金起重用直流电动机。

6.3.7　4极34×3－1槽死波绕组布线接线图

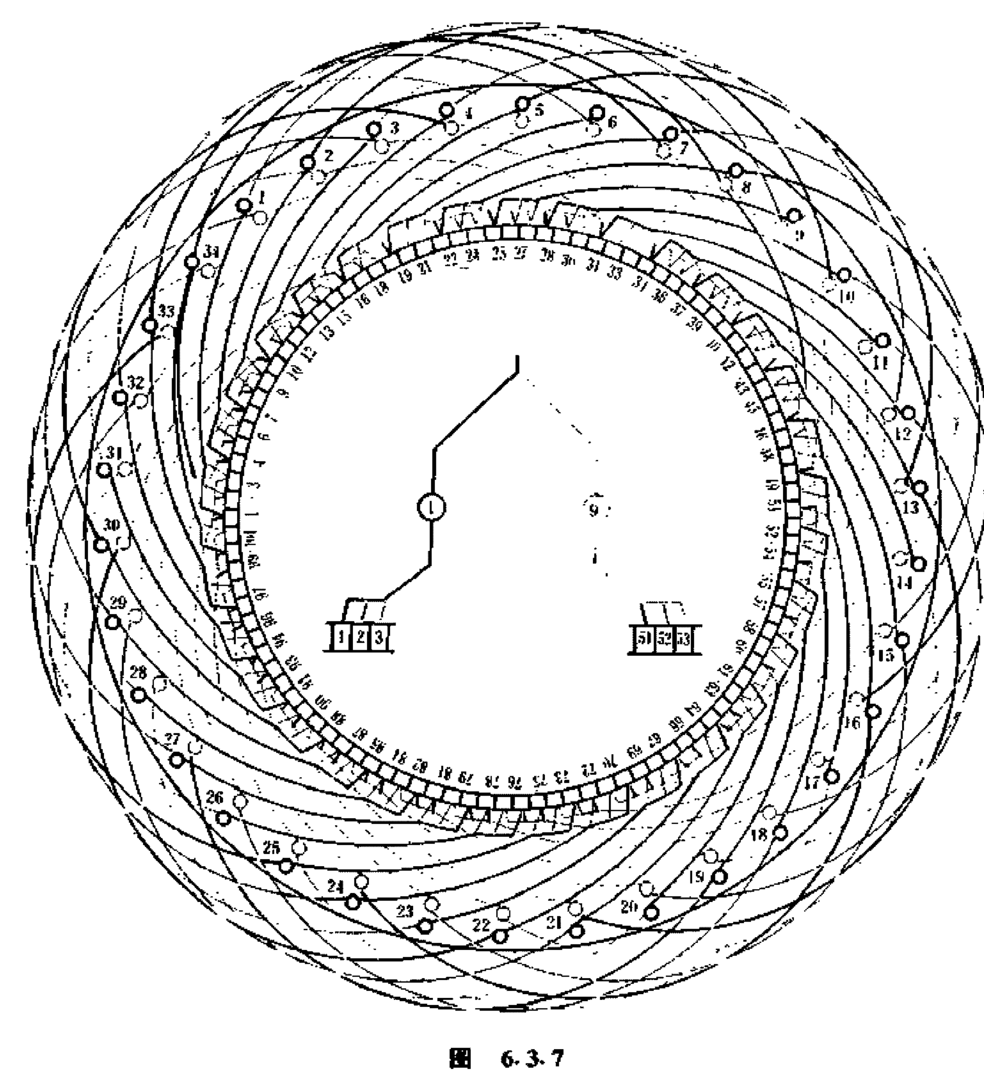


图　6.3.7

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=34$　　总元件数　$S=102$

电机极数　$2p=4$　　死元件数　$S_o=1$

换向片数　$K=101$　　实槽节距　$Y=8$

每槽元件　$u=3$　　换向节距　$Y_K=50$

2. 嵌线方法　本例采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表6.3.7　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13		14		15		16
	上层										1		2		3		4		5		6		7	

嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
嵌入槽号	下层		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27	
	上层	8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19

嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
嵌入槽号	下层	28		29		30		31		32		33		㉞									
	上层		20		21		22		23		24		25		26	27	28	29	30	31	32	33	㉞

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　绕组采用短距布线，线圈节距较全距缩短1/2槽，有利于节省铜线。线圈由3个元件组成，槽1—9线圈左侧元件分别接换向片1、2、3；右侧元件对应接入换向片51、52、53。余类推。具有死元件的线圈安排在槽34—8。主要应用实例有Z2—102直流电动机。



6.3.8 4极34×4－1槽死波绕组布线接线图

图 6.3.8

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=34$　　总元件数 $S=136$

电机极数 $2p=4$　　死元件数 $S_o=1$

换向片数 $K=135$　　实槽节距 $Y=8$

每槽元件 $u=4$　　换向节距 $Y_K=67$

2. 嵌线方法　采用交叠法，嵌线吊边数为8。嵌线顺序见下表：

表 6.3.8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11		12		13
	上层										1		2		3		4	

嵌绕次序		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
嵌入槽号	下层		14		15		16		17		18		19		20		21	
	上层	5		6		7		8		9		10		11		12		13

嵌绕次序		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
嵌入槽号	下层	22		23		24		25		26		27		28		29		30
	上层		14		15		16		17		18		19		20		21	

嵌绕次序		52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
嵌入槽号	下层		31		32		33		㉞									
	上层	22		23		24		25		26	27	28	29	30	31	32	33	㉞

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　绕组采用短距线圈布线。每圈由4元件组成，线圈1—9左侧元件接入换向片1、2、3、4；右侧接换向片68、69、70、71。其余线圈接线类推。主要应用实例有Z2—101、Z2—102等直流电动机。

6.3.9 4 极 35×2－1 槽死波绕组布线接线图

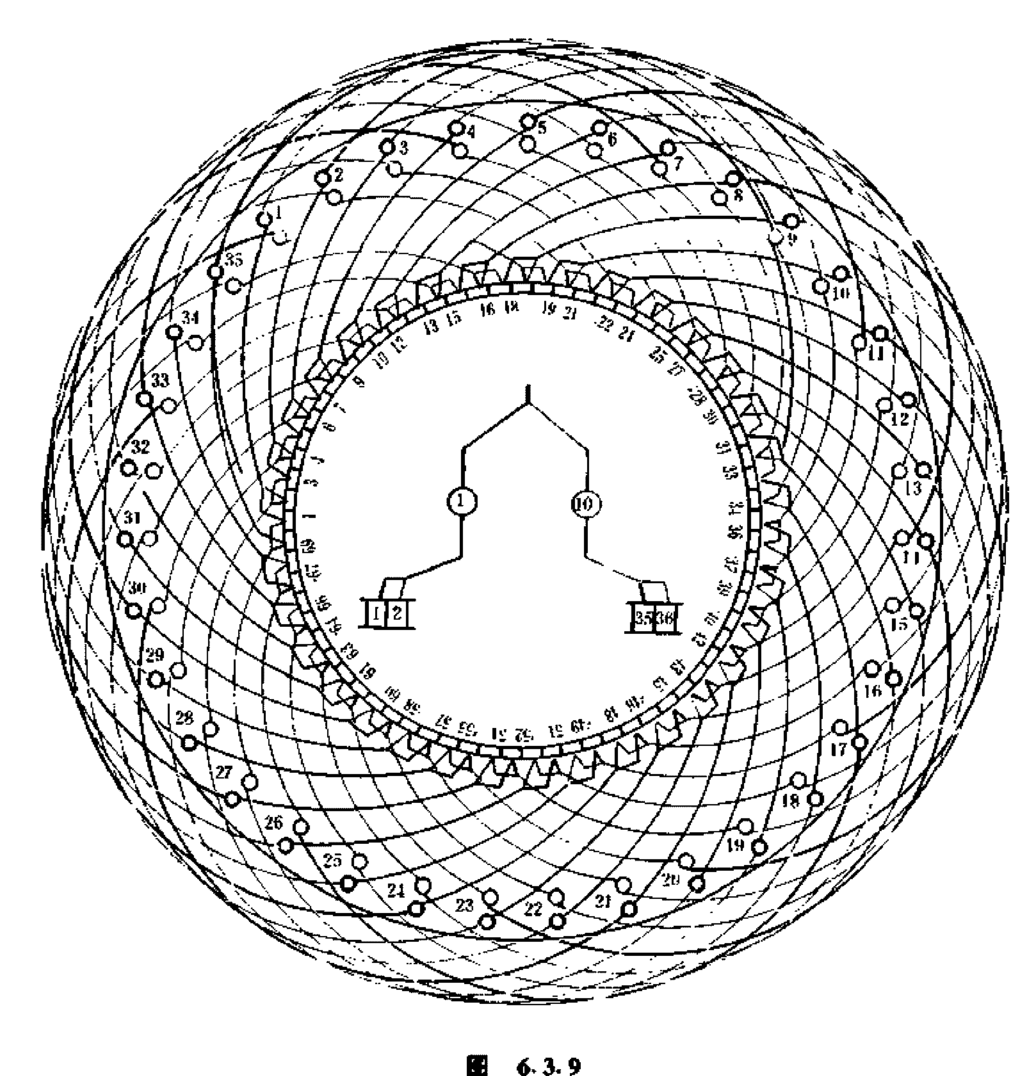


图 6.3.9

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=35$　　总元件数 $S=70$

电机极数 $2p=4$　　死元件数 $S_o=1$

换向片数 $K=69$　　实槽节距 $Y=9$

每槽元件 $u=2$　　换向节距 $Y_K=34$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见下表：

表 6.3.9 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12		13		14		15		16		17
	上层											1		2		3		4		5		6		7	

嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	下层		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29
	上层	8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19	

嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70		
嵌入槽号	下层		30		31		32		33		34		㉟												
	上层	20		21		22		23		24		25		26	27	28	29	30	31	32	33	34	㉟		

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　本例绕组采用缩短 1/4 槽布线。每线圈有 2 个元件，槽 1—10 线圈左侧为上层边，元件分别接入换向片 1、2；右侧是下层边，对应元件分别引接到换向片 35、36。其余接线类推。带死元件的线圈安排在槽 35—9。主要应用实例有 ZQ—4B 电车用直流电动机。

6.3.10 4极43×2－1槽死波绕组布线接线图

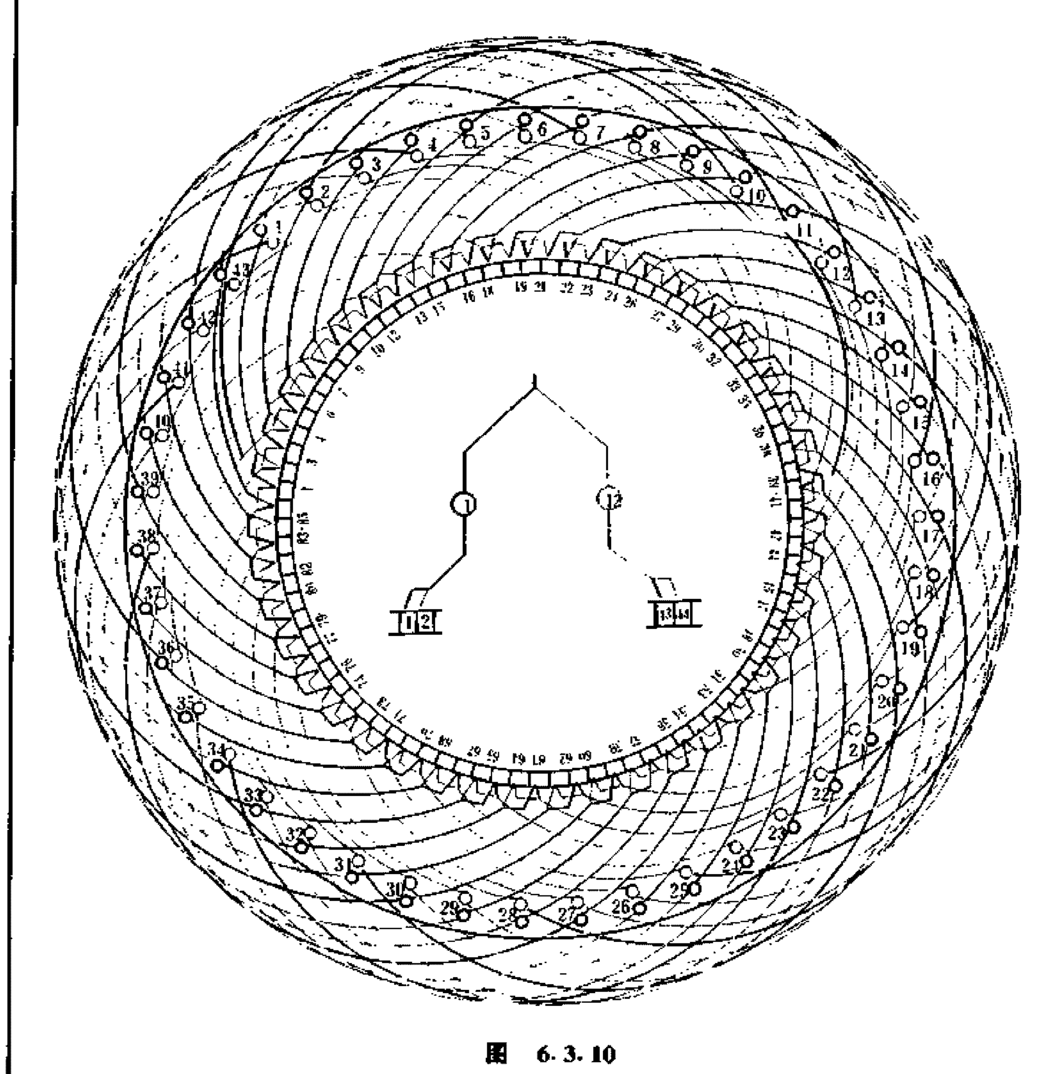


图 6.3.10

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=43$　　总元件数 $S=86$

电机极数 $2p=4$　　死元件数 $S_o=1$

换向片数 $K=85$　　实槽节距 $Y=11$

每槽元件 $u=2$　　换向节距 $Y_K=42$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见下表：

表 6.3.10　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
嵌入槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13		14		15		16		17
	上层													1		2		3		4		5	

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
嵌入槽号	下层		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28
	上层	6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16	

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
嵌入槽号	下层		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39
	上层	17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27	

嵌绕次序		67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
嵌入槽号	下层		40		41		42		㊸														
	上层	28		29		30		31		32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	㊸		

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　本例为长距布线。线圈边1—12左侧2元件分别接在换向片1、2；右侧元件分别对应接到换向片43、44。其余接线类推。具有死元件的线圈嵌于槽43—11。主要应用实例有冶金起重用直流电动机ZZJ2—72等。

6.3.11 4极47×2－1槽死波绕组布线接线图

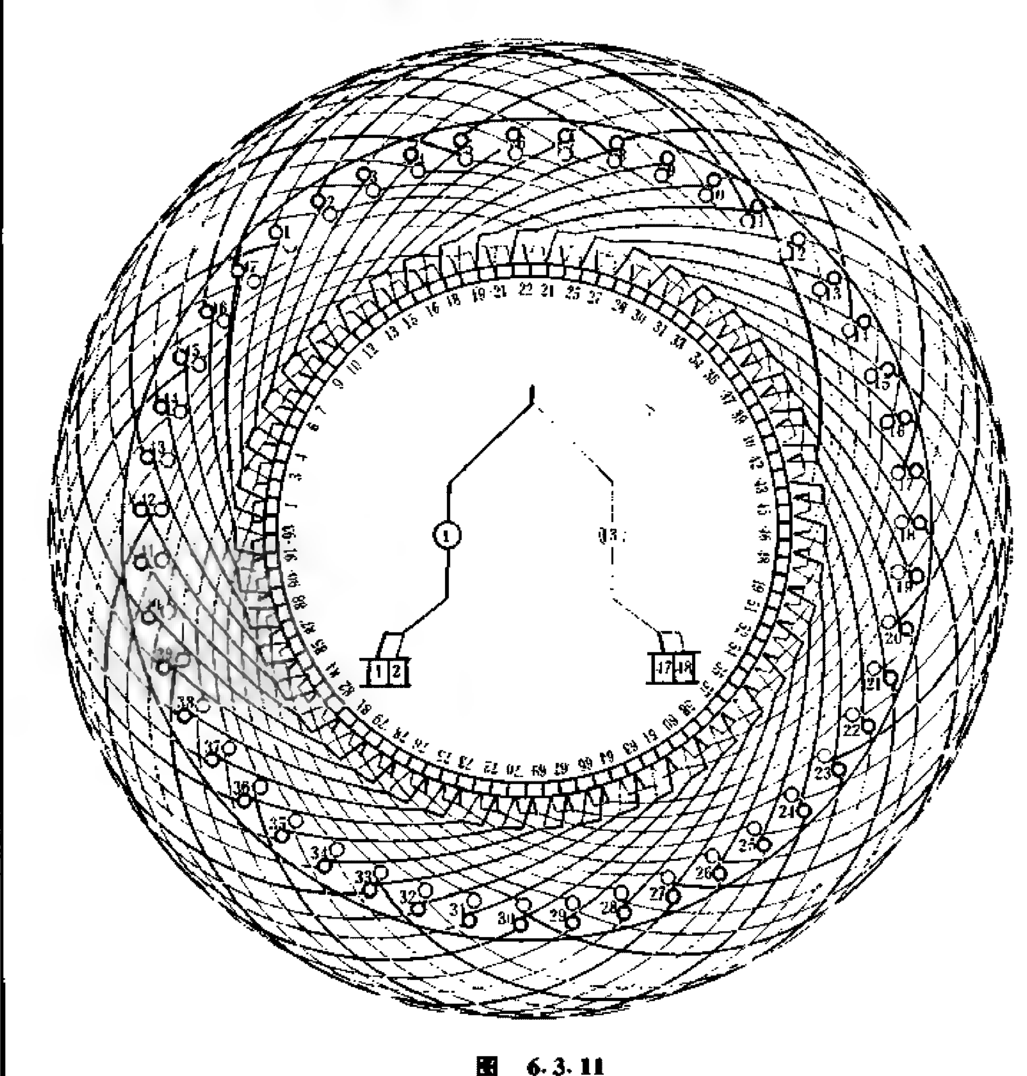


图 6.3.11

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=47$　　总元件数 $S=94$

电机极数 $2p=4$　　死元件数 $S_o=1$

换向片数 $K=93$　　实槽节距 $Y=12$

每槽元件 $u=2$　　换向节距 $Y_K=46$

2. 嵌线方法　绕组采用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见下表：

表 6.3.11　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14		15	
	上层														1		2		3
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			69	70	71	72	73	74	75	76
槽号	下层	16		17		18		19	……			41		42		43		44	
	上层		4		5		6		……				29		30		31		32
嵌绕次序		77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
槽号	下层	45		46		㊼													
	上层		33		34		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	㊼

注：带圈槽号嵌入带死元件的线圈。

3. 接线要点与应用　本例绕组采用长距布线，线圈节距较全距长1/4槽。线圈由2个元件组成，槽1—13线圈左侧元件分别接入换向片1、2；右侧对应接入换向片47、48。带死元件的线圈安排在槽47—12。主要应用实例有ZZJ2—71冶金起重用直流电动机

6.4 直流电枢蛙式绕组

蛙式绕组是由叠式和波式两套绕组叠合构成的混合式绕组。因线圈外形似蛙故称。由于实用上只采用一套单叠绕组与一套复波绕组并联，故又称单蛙绕组。

1. 图题说明　单蛙绕组是由两套完整的绕组同时接入换向器，故总元件数不等于换向片数，且每槽元件数为其他型式绕组的两倍，如用 81×4×2 的形式表示图题规格，其中 81 为实槽数，4 为每线圈元件数，2 是表示两套绕组，则每槽元件数实为(4×2＝)8，总元件数为(81×4×2＝)648。

蛙式绕组　嵌线均应用于大型电机，常采用半边线圈的杆形元件，每线圈边由一至数个元件边分别绝缘后统包而成，每槽的四个线圈边是分层嵌入，先顺序嵌第一层(底层)，再嵌第二层(下二层)，然而逆序嵌入第三层(上二层)，最后嵌入第四层(面层)。

2. 绕组主要参数　由于两套绕组并联运行时的电动势相等，故其并联支路数必须满足下式

$$2a_b=2a_d$$

式中　a_b——复波绕组支路对数，$a_b=m$；

a_d——单叠绕组支路对数，$a_d=p$；

m——复波绕组场移系数；

p——单叠绕组极对数。

蛙式绕组槽节距　为使叠绕组元件与波绕组元件互为均压，蛙式绕组槽节距必须满足下式

$$Y_d+Y_b=\frac{Z}{p}(\text{槽})$$

式中　Y_d——叠绕组槽节距，$Y_d=Z/2p-\varepsilon$＝整数；

Y_b——波绕组槽节距，$Y_b=Z/2p+\varepsilon$＝整数。

单蛙绕组换向片节距：

单叠绕组　$Y_{Kd}=1$

复波绕组　$Y_{Kb}=\frac{K-m}{p}$

3. 单蛙绕组布，接线图型式　单蛙绕组每槽有四个线圈边，由于线条多层重叠，整图画法很难反映布接线情况，故图例用局部端面模拟画法。图中实线是波绕组节距两实槽的一个蛙形线圈布线、接线情况；虚线则是与此两槽(用并头套)相关连的元件。使之能清楚地表示该线圈布接线的来龙去脉。此外，为使读者便于掌握接线关系，每例还画出接线原理示意图供参考。

4. 单蛙绕组每槽 4 只线圈有效边从上而下的色别为绿、红、黑、黄；其中绿、黄为波绕组线圈；红、黑属叠绕组。每线圈由一至数个元件组成，其色别排序如下表：

每槽元件数	单叠绕组				复波绕组			
	每槽线圈元件编号							
	1	2	3	4	1	2	3	4
	每线圈接入换向片的元件色别							
$u=2$	黑	红			绿	黄		
$u=3$	黑	绿	红		绿	红	黄	
$u=4$	黑	黄	绿	红	绿	红	黑	黄

5. 重绕必须认真做好拆线标记及记录，如标记失落，嵌线前可照单叠绕组引接线头的定位方法找出第 1 槽线圈所接入的换向片号位置，然后再据此编排槽号及换向片号。

6. 端面布接线图的使用　只要槽、片编号正确，任何一槽线圈的布接线都必须符合例图中的布接线关系。例如，方案 6.4.1 的(42×2×2)绕组，若将欲嵌入的槽定为 11 号槽，则另边为 22 号槽。且 11 槽的 4 号边(波绕组下层边，黄色)将顺序接入 21、22 号换向片；3 号边(叠绕组下层边，黑色)则接入 2、3 号换向片。其余上层边暂时吊起，以后再接入相应换向片。

由于任何一付线圈都具有该槽的对应关系，因此，可把任何欲嵌的线圈都当作该槽线圈进行接线。

7. 单蛙绕组应用特点　蛙式绕组结构复杂，制造和修理工艺较繁，槽利用率低，冷却条件差，故一般中、小型电机极少采用。但由于两套绕组复合接入换向器，能起到互为均压作用，从而省去均压线及其用铜量，还可改善换向条件，故目前在大容量、高速直流电机中取代复叠或复波绕组而得到广泛的应用。

6.4.1　4 极 42×2×2 槽单蛙绕组布线接线图

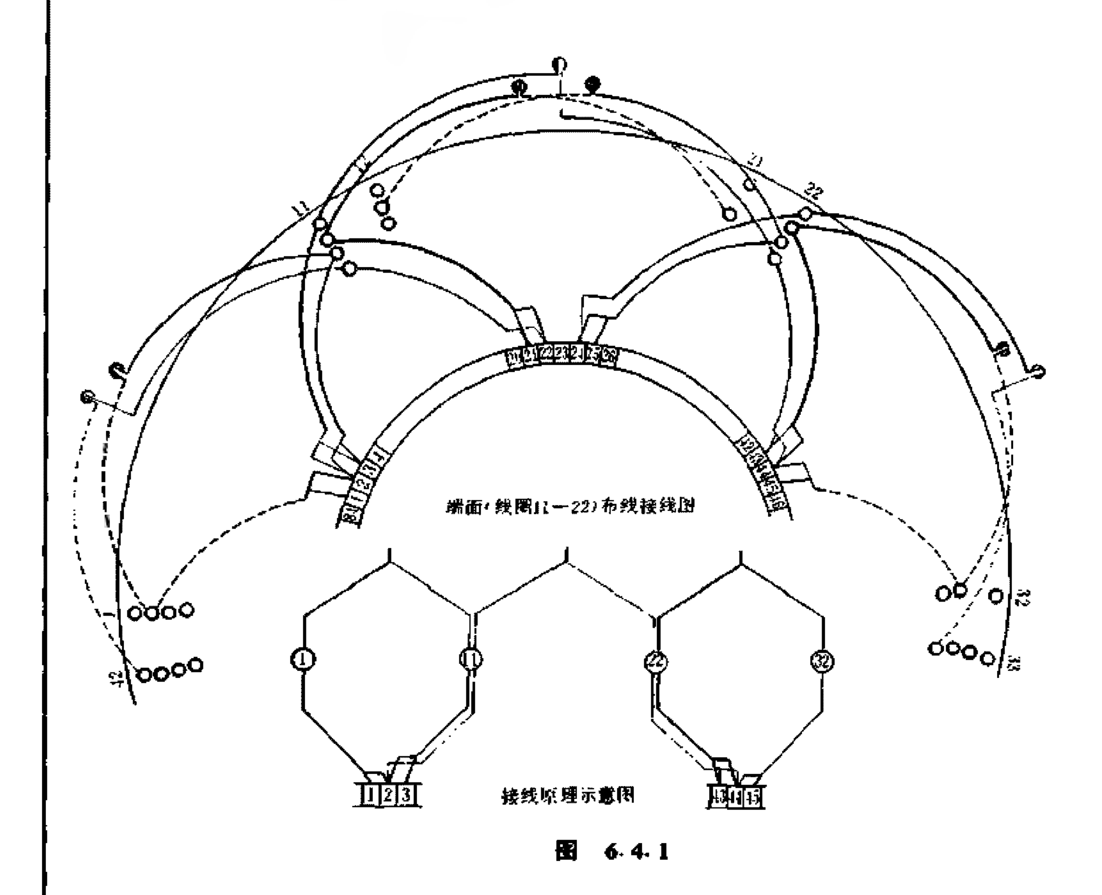


图　6.4.1

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=42$　　场移系数　$m=2$

电机极数　$2p=4$　　实槽节距　$Y_d=10$　$Y_b=11$

换向片数　$K=84$　　换向节距　$Y_{Kd}=1$　$Y_{Kb}=41$

每槽元件　$u=2\times2$

2. 嵌线方法　绕组采用分层嵌线，嵌线顺序见下表：

表 6.4.1　分层嵌法

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	……	38	39	40	41	42
底层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	……	38	39	40	41	42
嵌入次序	43	44	45	46	47	48	49	50	……	80	81	82	83	84
下二层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	……	38	39	40	41	42
嵌入次序	85	86	87	88	89	90	91	92	……	122	123	124	125	126
上二层槽号	1	42	41	40	39	38	38	36	……	6	5	4	3	2
嵌入次序	127	128	129	130	131	132	133	134	……	164	165	166	167	168
面层槽号	1	42	41	40	39	38	37	36	……	6	5	4	3	2

3. 接线要点与应用　绕组采用分层接线。11 号槽与 1 号换向片位置确定后，将槽 11 下层边元件接入换向片 21、22；继而把槽 12 下层元件顺序接入 23、24，余类推。一层完成后再把下二层（单叠）接入片 2、3；槽 12 元件接到片 4、5。接完此层后同理类推按图进行上二层、上层线圈的接线。主要应用实例有 ZF2—121—2、ZF2—123—2B 等直流发电机。

6.4.2　4 极 42×3×2 槽单蛙绕组布线接线图

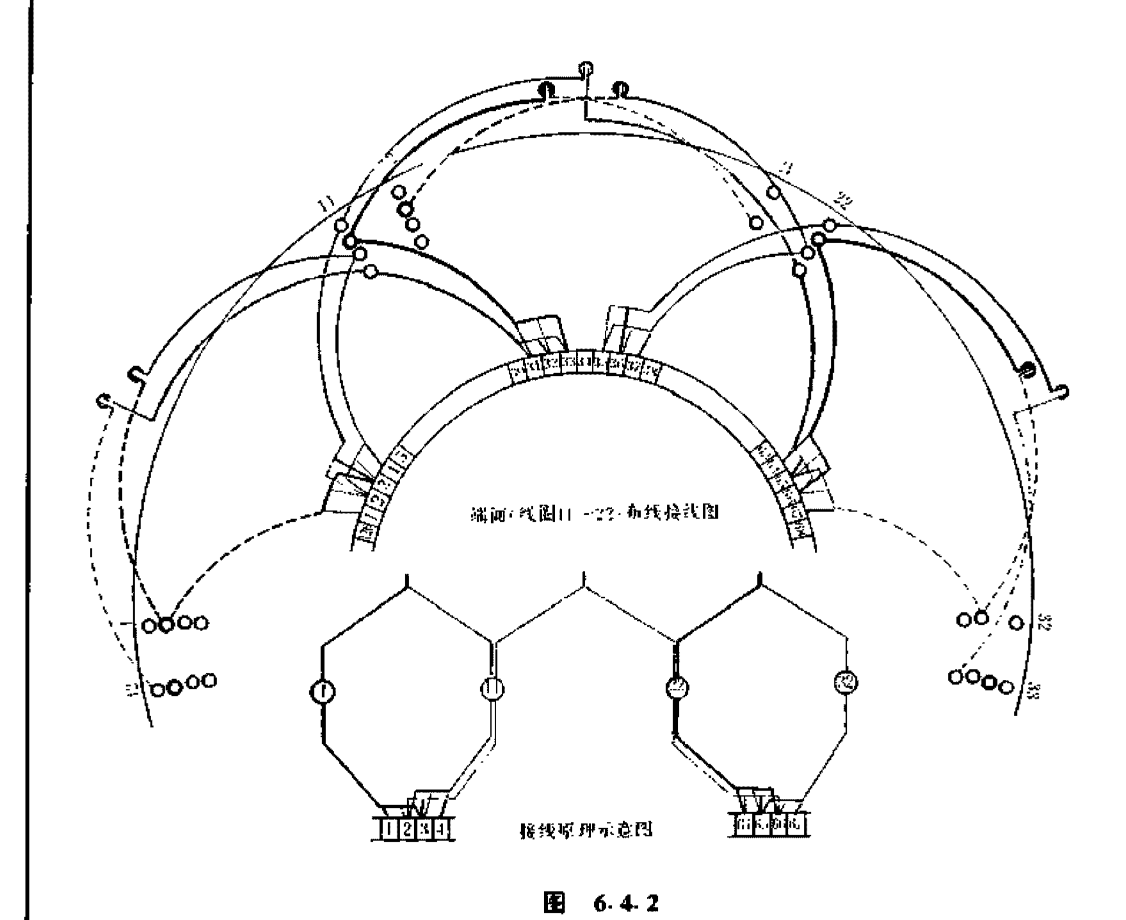


图　6.4.2

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=42$　　场移系数　$m=2$

电机极数　$2p=4$　　实槽节距　$Y_d=10$　$Y_b=11$

换向片数　$K=126$　　换向节距　$Y_{Kd}=1$　$Y_{Kb}=62$

每槽元件　$u=3\times2$

2. 嵌线方法　　绕组采用分层嵌线，嵌线顺序见下表：

表 6.4.2　分层嵌法

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	37	38	39	40	41	42
底层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	37	38	39	40	41	42
嵌入次序	43	44	45	46	47	48	49	50	51	……	79	80	81	82	83	84
下二层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	37	38	39	40	41	42
嵌入次序	85	86	87	88	89	90	91	92	93	……	121	122	123	124	125	126
上二层槽号	1	42	41	40	39	38	37	36	35	……	7	6	5	4	3	2
嵌入次序	127	128	129	130	131	132	133	134	135	……	163	164	165	166	167	168
面层槽号	1	42	41	40	39	38	37	36	35	……	7	6	5	4	3	2

3. 接线要点与应用　绕组采用分层接线。11 号槽及 1 号换向片位置确定后，将槽 11 下层边元件分别接入 31、32、33，继而把槽 12 下层元件接到片 34、35、36，余类推。一层完成后再把下二层线圈接入片 2、3；槽 12 元件接到 4、5 片，接完此层后，同理类推按图进行上二层及面层线圈的接线。主要应用实例有 ZF2—111—1B 等。

6.4.3 4极42×4×2槽单蛙绕组布线接线图

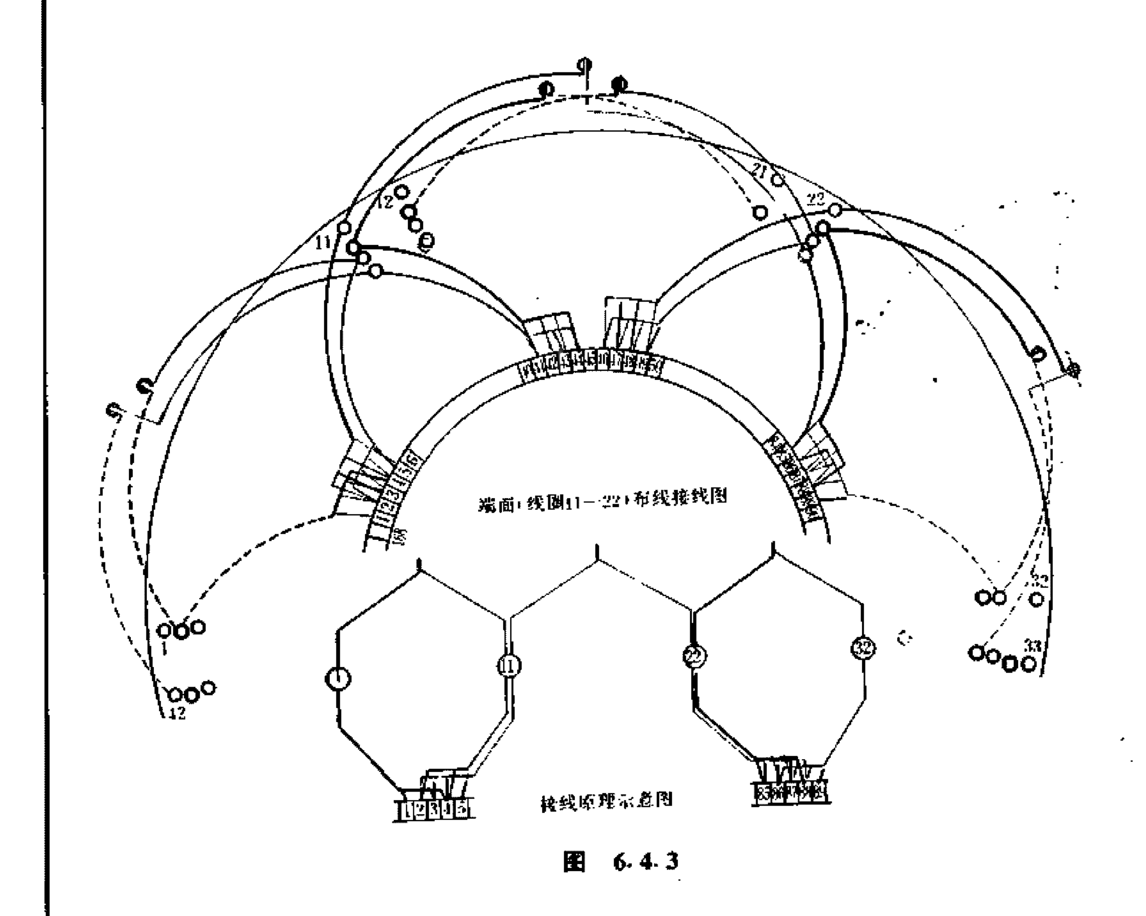


图 6.4.3

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=42$　场移系数 $m=2$

电机极数 $2p=4$　实槽节距 $Y_d=10$　$Y_b=11$

换向片数 $K=168$　换向节距 $Y_{Kd}=1$　$Y_{Kb}=83$

每槽元件 $u=4\times2$

2. 嵌线方法　绕组采用分层嵌线。嵌线顺序见下表：

表 6.4.3　分层嵌法

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	……	36	37	38	39	40	41	42
底层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	……	36	37	38	39	40	41	42
嵌入次序	43	44	45	46	47	48	49	50	……	78	79	80	81	82	83	84
下二层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	……	36	37	38	39	40	41	42
嵌入次序	85	86	87	88	89	90	91	92	……	120	121	122	123	124	125	126
上二层槽号	1	42	41	40	39	38	37	36	……	8	7	6	5	4	3	2
嵌入次序	127	128	129	130	131	132	133	134	……	162	163	164	165	156	167	168
面层槽号	1	42	41	40	39	38	37	36	……	8	7	6	5	4	3	2

3. 接线要点与应用　分层接线。11号槽和1号换向片确定后，先将槽11下层4元件接入片41、42、43、44；继而把槽12下层元件接到45、46、47、48，余类推。一层完成后再把下二层线圈接入片2、3、4、5。接完此层后，同理类推，按图进行上二层及面层线圈的接线。主要实例有ZD2—122—2B、ZF2—121—2等。

6.4.4　4 极 46×3×2 槽单蛙绕组布线接线图

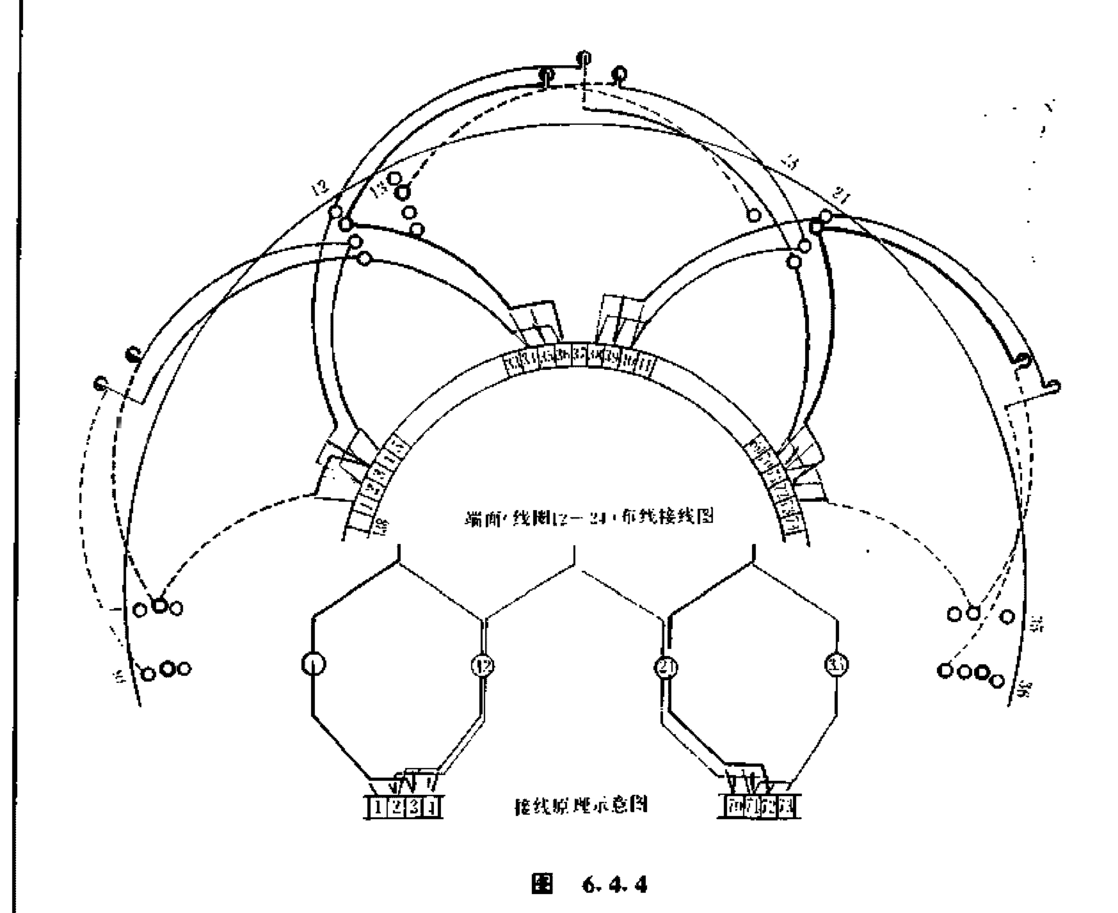


图　6.4.4

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=46$　　场移系数　$m=2$

电机极数　$2p=4$　　实槽节距　$Y_d=11$　$Y_b=12$

换向片数　$K=138$　　换向节距　$Y_{Kd}=1$　$Y_{Kb}=68$

每槽元件　$u=3\times2$

2. 嵌线方法　　采用分层法嵌线，嵌线顺序见下表：

表 6.4.4　分层嵌法

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	42	43	44	45	46
底层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	42	43	44	45	46
嵌入次序	47	48	49	50	51	52	53	54	55	……	88	89	90	91	92
下二层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	……	42	43	44	45	46
嵌入次序	93	94	95	96	97	98	99	100	101	……	134	135	136	137	138
上二层槽号	1	46	45	44	43	42	41	40	39	……	6	5	4	3	2
嵌入次序	139	140	141	142	143	144	145	146	147	……	180	181	182	183	184
面层槽号	1	46	45	44	43	42	41	40	39	……	6	5	4	3	2

3. 接线要点与应用　绕组采用分层接线。先确定 12 号槽与 1 号换向片的位置，将槽 12 下层边 3 元件接入换向片 34、35、36；随后再接入槽 13 下层元件至 37、38、39 片，直至完成底层接线。继而把下二层线圈接入 2、3、4 片；槽 13 元件跟随接入片 5、6、7。接完此层后，同理按图进行上二层及面层线圈的接线。主要实例有 ZD2—123—2B、ZF2—121—2 等。

6.4.5 4极54×2×2槽单蛙绕组布线接线图

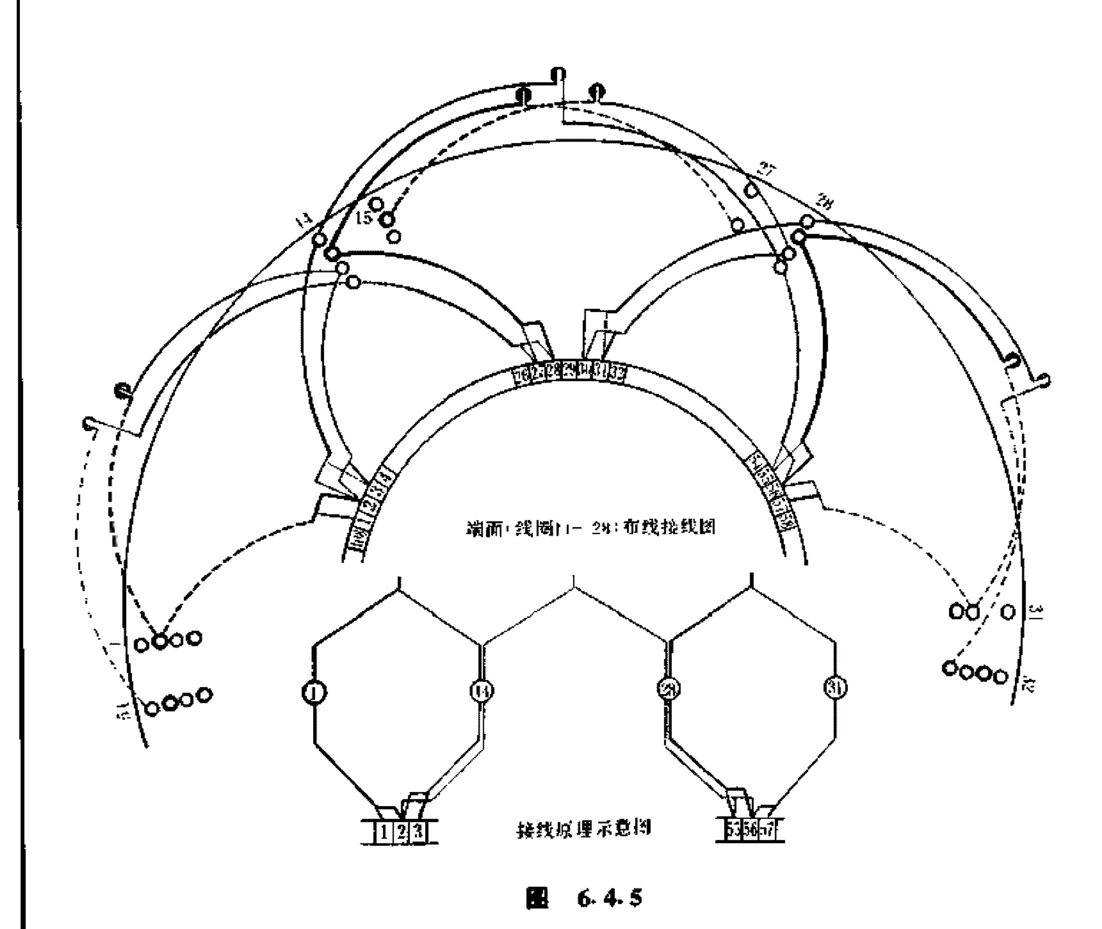


图 6.4.5

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=54$　　场移系数 $m=2$

电机极数 $2p=4$　　实槽节距 $Y_d=13$　$Y_b=14$

换向片数 $K=108$　　换向节距 $Y_{Kd}=1$　$Y_{Kb}=53$

每槽元件 $u=2\times2$

2. 嵌线方法　采用分层嵌法，嵌线顺序见下表：

表 6.4.5　分层嵌法

嵌入次序	1	2	3	4	……	41	42	43	44
底层槽号	1	2	3	4	……	41	42	43	44

嵌入次序	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
底层槽号	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54												
下二层槽号											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

嵌入次序	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
下二层槽号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31	33	34

嵌入次序	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
下二层槽号	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
上二层槽号																					1	54

嵌入次序	111	112	113	114	……	151	152	153	154
上二层槽号	53	52	51	50	……	13	12	11	10

嵌入次序	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176
上二层槽号	9	8	7	6	5	4	3	2														
面层槽号									1	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42

嵌入次序	177	178	179	180	……	213	214	215	216
面层槽号	41	40	39	38	……	5	4	3	2

3. 接线要点与应用　采用分层接线。槽与片位置确定后，槽14下层边元件接人27、28；同理将15槽下层元件接到29、30。依此类推。分层次将下二层、上二层、面层线圈元件按图接人相应换向片。主要应用实例有ZD2—132—2B、ZF2—131—2B等。

6.4.6 4极54×4×2槽单蛙绕组布线接线图

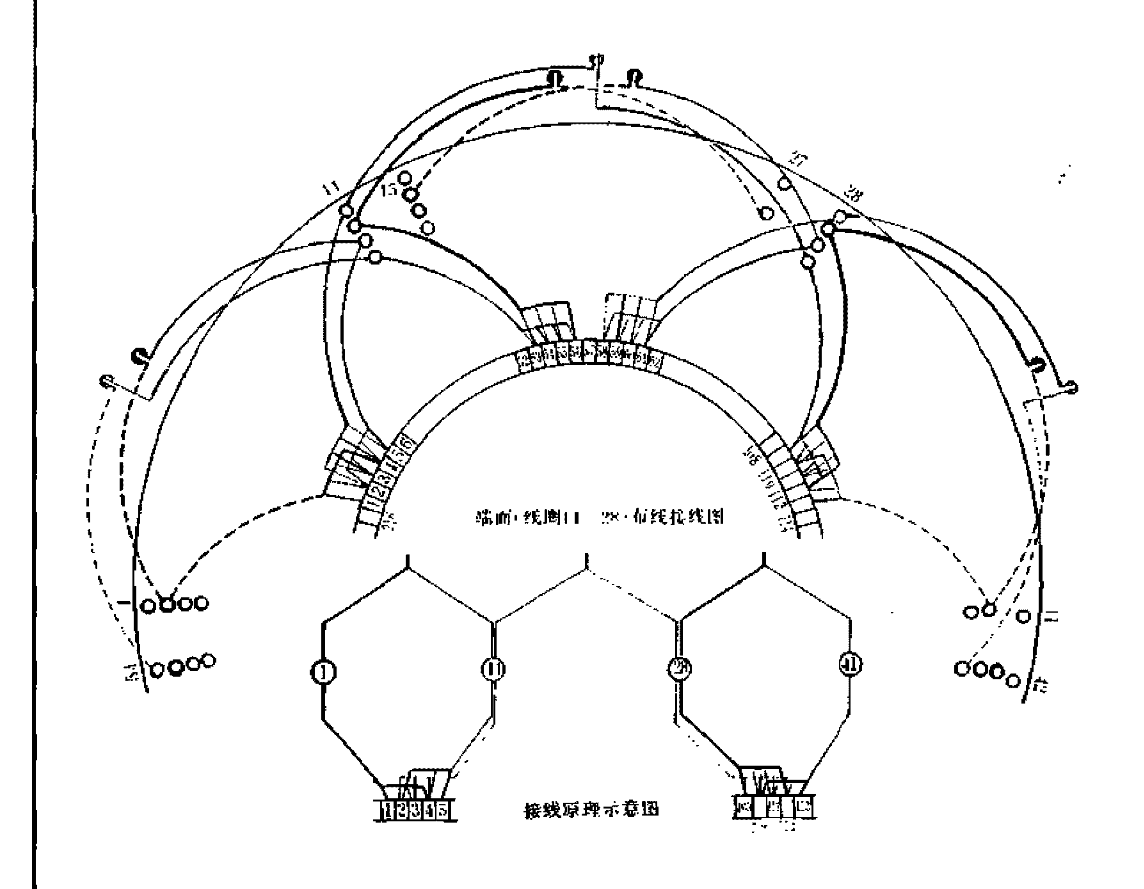


图 6.4.6

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=54$ 场移系数 $m=2$

电机极数 $2p=4$ 实槽节距 $Y_d=13$ $Y_b=14$

换向片数 $K=216$ 换向节距 $Y_{Kd}=1$ $Y_{Kb}=107$

每槽元件 $u=4\times2$

2. 嵌线方法 嵌线顺序同上例。

3. 接线要点与应用 绕组采用分层接线，4个线圈边立体放置于槽内底层、下二层、上二层、面层。接线前必须根据原始标记确定槽14和换向片1的位置，接线则从底到面分层进行：

(1) 底层接线 槽14底层边4元件分别接换向片53、54、55、56；再将槽15底层边元件接入57、58、59、60。槽16及其他槽接线类推，直至一层完成。

(2) 下二层接线 槽14下二层元件分接于换向片2、3、4、5；随后的槽15下二层则接入片6、7、8、9。余类推，直至完成。

(3) 上二层接线 槽14上二层元件分接于换向片53、54、55、56；再把槽15上二层边元件接到片57、58、59、60。循此进行，直至完成。

(4) 面层接线 槽14面层元件分接于换向片2、3、4、5；跟着再把槽15面层元件接到片6、7、8、9，直至一层完成。

但接线时必须按图所示色别的元件次序进行。

6.4.7　6 极 81×2×2 槽单蛙绕组布线接线图

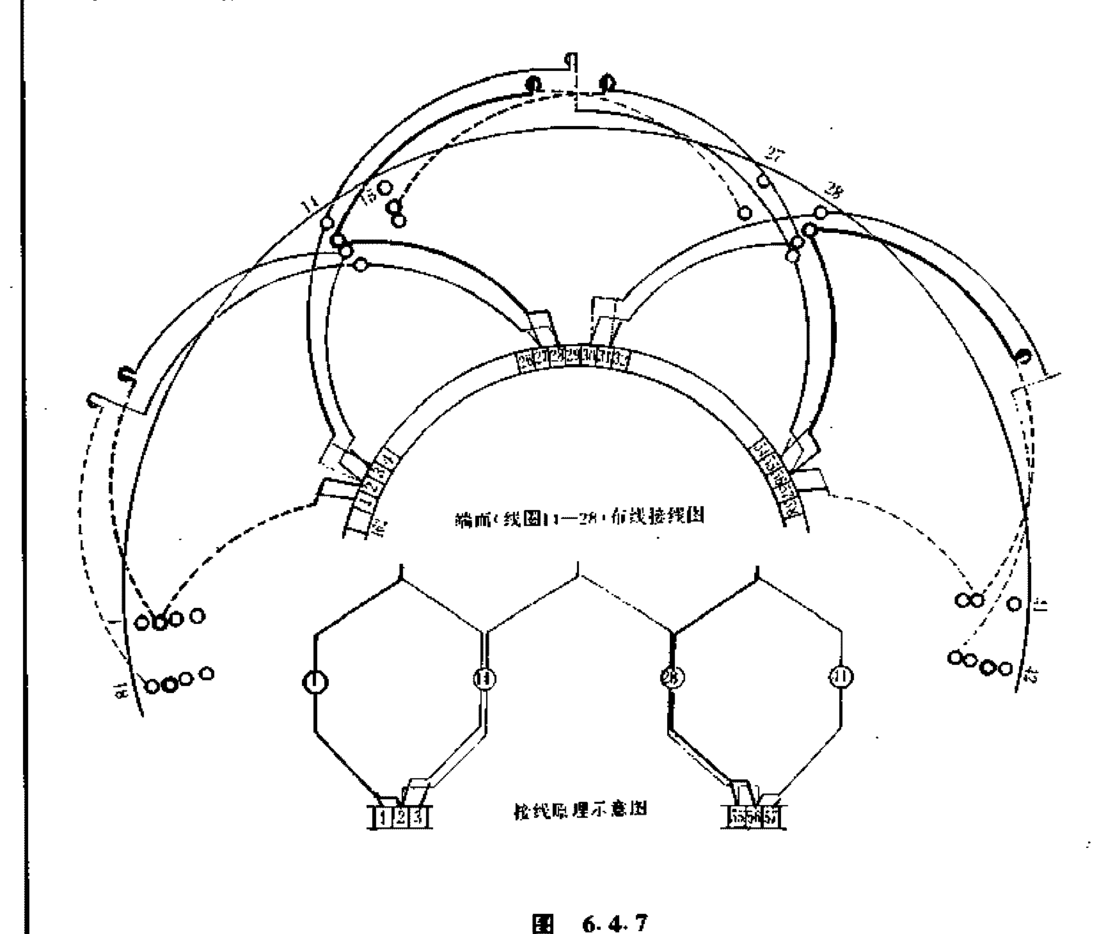


图　6.4.7

1. 绕组参数

转子槽数　$Z=81$　　场移系数　$m=3$

电机极数　$2p=6$　　实槽节距　$Y_d=13$　$Y_b=14$

换向片数　$K=162$　　换向节距　$Y_{Kd}=1$　$Y_{Kb}=53$

每槽元件　$u=2\times2$

2. 嵌线方法　　嵌线采用分层法，嵌线顺序见下表：

表 6.4.7　分层嵌法

嵌入次序	1	2	3	4	5	6	7	8	……	74	75	76	77	78	79	80	81
底层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	……	74	75	76	77	78	79	80	81
嵌入次序	82	83	84	85	86	87	88	89	……	155	156	157	158	159	160	161	162
下二层槽号	1	2	3	4	5	6	7	8	……	74	75	76	77	78	79	80	81
嵌入次序	163	164	165	166	167	168	169	170	……	236	237	238	239	240	241	242	243
上二层槽号	1	81	80	79	78	77	76	75	……	9	8	7	6	5	4	3	2
嵌入次序	244	245	246	247	248	249	250	251	……	317	318	319	320	321	322	323	324
面层槽号	1	81	80	79	78	77	76	75	……	9	8	7	6	5	4	3	2

3. 接线要点与应用　绕组分层接线，槽 14 下层线圈边 2 元件分别接入换向片 27、28；再把槽 12 下层元件对应接入片 29、30，其余线圈循此完成。然后进行下二层接线，即槽 14 下二层边元件接换向片 2、3；同理将槽 15 元件接 4、5 直至完成。其余上二层及面层线圈接线类推。主要应用实例有 ZD2—151—1B、ZF2—151—1B 等。

6.4.8 6 极 81×4×2 槽单蛙绕组布线接线图

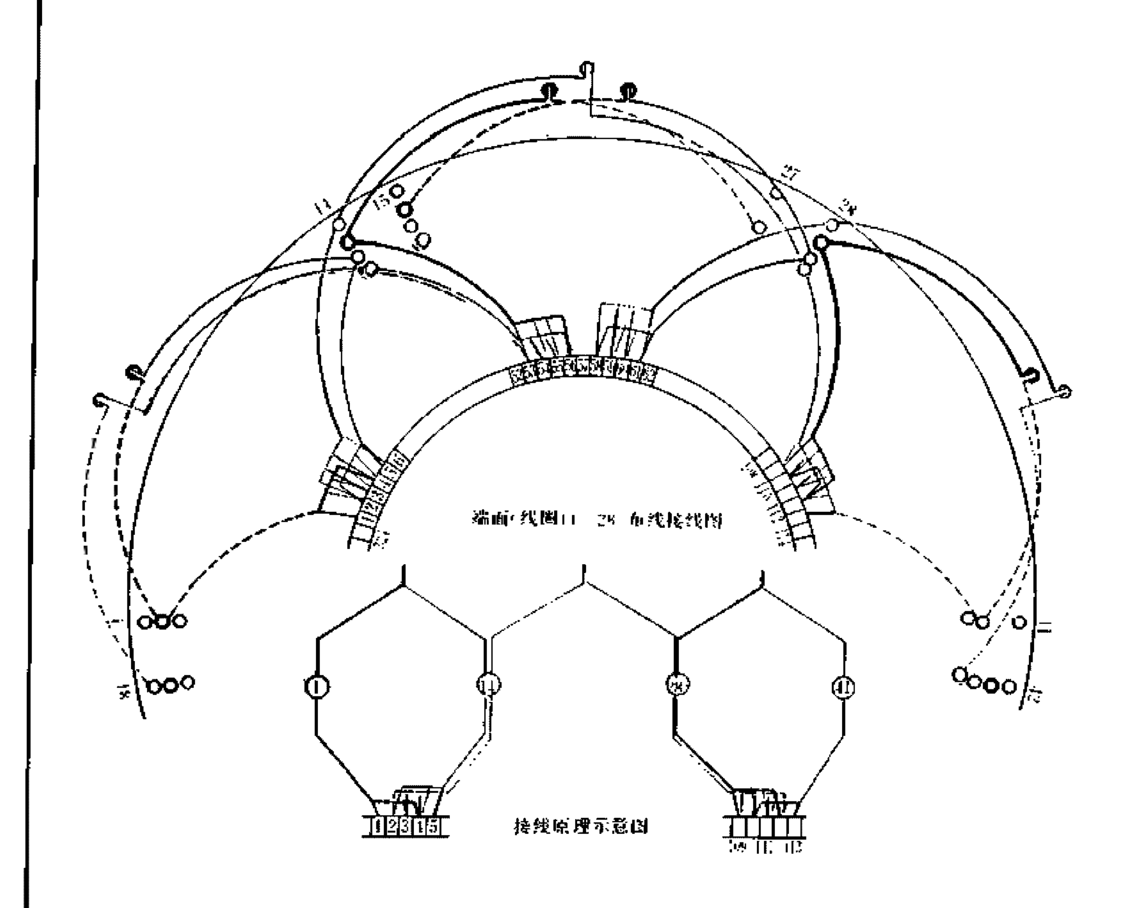


图 6.4.8

1. 绕组参数

转子槽数 $Z=81$　场移系数 $m=3$

电机极数 $2p=6$　实槽节距 $Y_d=13$　$Y_b=14$

换向片数 $K=324$　换向节距 $Y_{Kd}=1$　$Y_{Kb}=107$

每槽元件 $u=4\times2$

2. 嵌线方法　采用分层嵌法，嵌线顺序同 6.4.7。

3. 接线要点与应用　每槽 4 个线圈边安排在槽中 4 层。接线前必须根据原始标记确定槽 14 与换向片 1 的位置。接线从底到面分层进行：

(1) 底层接线　槽 14 底层 4 元件分别接入换向片 53、54、55、56；随后再将槽 15 底层线圈元件接到片 57、58、59、60。其余底层线圈依次接入相应换向片。

(2) 下二层接线　槽 14 下二层元件分别接入片 2、3、4、5；槽 15 及其余槽的下二层元件接线类推完成。

(3) 上二层接线　将槽 14 上二层线圈元件接到换向片 53、54、55、56；15 槽及其余线圈的元件接线类推完成。

(4) 面层接线　槽 14 面层线圈元件则分别接到 2、3、4、5 号换向片；15 号槽及其余线圈元件也循此接入换向器。主要应用实例有 ZD2—152—1B、ZD2—173 1B 及 ZF2—172—1B 等。

附录 A　电动机系列型号及意义

电机系列	代号意义
A、AI、AO、AO2	三相小功率异步电动机
AJO2	增安型三相异步电动机
AOB	电泵用三相小功率异步电动机
AOл	(原苏)三相小功率异步电动机
AOЛБ、AOЛБO	(原苏)单相电阻起动电动机
AOЛГ、AOЛГO	(原苏)单相电容起动电动机
AOЛД、AOКДO	(原苏)单相电容电动机
B	平板式振动器用三相电动机
BJF	阀门用防爆式三相电动机
BJO、BJO2	隔爆型三相异步电动机
BTX	吸尘器用单相串励电动机
BO、BO2	一般用途单相电阻起动电动机
CO、CO2	一般用途单相电容起动电动机
DB、DBC	电泵用三相小功率电动机
DT、DT2	电动工具用单相串励电动机
DO、DO2	一般用途单相电容电动机
F	汽车、拖拉机用直流电机
FA、FA3、FTA	排风扇用三相异步电动机
G	一般用途单相串励电动机
HQ	电冰箱压缩机用单相电动机
J、J2	防护式三相异步电动机
JA	通风机用三相异步电动机
JB、JBS	防爆型三相异步电动机
JCB、JCL、JCLD	电泵用三相小功率电动机
JD、JDO、JDO2、JDO3	三相变极多速异步电动机
JF、JFO2	排风用三相异步电动机
JG2	辊道用三相异步电动机
JH、JHO、JHO2	高转差率三相小功率异步电动机
JK、JK2	三相中型高速异步电动机
JLB2	深井泵用三相异步电动机
JO、JO2、JO3、JO4	一般用途三相异步电动机
JOSF、JOST	台式砂轮机用三相异步电动机
JO3L	铝线绕组三相异步电动机
JQ、JQO	高起动转矩三相异步电动机
JR、JR2、JRQ	防护式绕线转子三相异步电动机
JS	双笼型三相异步电动机
JTB2	深井泵用三相异步电动机
JTD	电梯用三相异步电动机
JW	三相小功率异步电动机
JWF	通风用三相双速异步电动机

（续）

电机系列	代号意义	电机系列	代号意义
JWYB、JYB	油泵用三相小功率异步电动机	U	交直流两用串励电动机
JX	单相小功率电容运转异步电动机	XD、XDC、XDL、XDS	洗衣机用单相电容电动机
JXX	洗衣机用单相电容异步电动机	Y	一般用途三相异步电动机
JY	单相小功率电容起动异步电动机	YD-01	牵引机车辅机用直流电动机
JZ	单相小功率分相起动电动机	YD	三相变极多速电动机
JZ、JZ2、JZR、JZR2	冶金起重用三相异步电动机	YLB	深井电泵用三相异步电动机
JZO2	杠杆制动用三相异步电动机	YQS、YQS2、YQSY	充水式潜水泵用三相电动机
J1Z	电钻用单相串励异步电动机	YR	绕线式转子三相异步电动机
LD	电冰箱压缩机用单相异步电动机	YH、YHO2	高转差率三相异步电动机
KL	电冰箱压缩机用单相异步电动机	YX	高效率三相异步电动机
KWD	电车辅机用直流电动机	YZ、YZR	冶金起重用三相异步电动机
ND	空调器压缩机用单相异步电动机	Z2、Z3、Z4	一般用途直流电动机
P3Z	胀管机用三相异步电动机	Z2-MD	磨床用直流电动机
QF	电冰箱压缩机用单相电动机	ZBD、ZBF	龙门刨床用直流电动机
QX	污水电泵用三相异步电动机	ZD、ZDY	锥形转子三相异步电动机
RRMB	空调器风扇用单相异步电动机	ZD2	有补偿直流变速电动机
SU	交直流两用串励异步电动机	ZK	控制用直流电动机
S1MJ2	电动工具用单相串励异步电动机	ZQ、ZQD	电车用直流电动机
S2MJ	磨光机用中频电动机	ZQDR	内燃机车用直流电动机
S3S、S3S2	手提砂轮用三相异步电动机	ZQF	电车用直流发电机
S3M	磨管机用三相异步电动机	ZXQ	蓄电池供电式直流电动机
T2	小型三相同步发电机	ZYS	直流测速发电机
TFS	试验用三相同步发电机	ZZJ、ZZJ2、ZZY	冶金起重用直流电动机
TSN、TSWN	小容量三相水轮同步发电机	JXK	电冰箱压缩机用单相异步电动机

附录 B 三相特殊、专用电机主要应用图例一览表

类别	型号系列	例图	应用绕组	节距	并联路数	备注
杠杆式制动三相电动机	JZO2	1.2.4	24 槽 4 极单层链式绕组	1—6	1	
		1.2.7	36 槽 6 极单层链式绕组	1—6	1	
		1.4.6	36 槽 4 极单层交叉式绕组		1	
		1.6.32	36 槽 8 极双层叠式绕组	1—5	1	
冶金起重用三相电动机	YZR、JZ、JZ2、JZR、JZR2	1.1.5	36 槽 6 极单层叠式绕组	1—7	1	转子
		1.2.7	36 槽 6 极单层链式绕组	1—6	1	转子
		1.2.8	36 槽 6 极单层链式绕组	1—6	2	转子
		1.2.9	36 槽 6 极单层链式绕组	1—6	3	转子
		1.2.13	48 槽 8 极单层链式绕组	1—6	2	转子
		1.2.14	48 槽 8 极单层链式绕组	1—6	4	转子
		1.4.9	54 槽 6 极单层交叉式绕组		3	转子
		1.6.33	36 槽 8 极双层叠式绕组	1—5	2	转子
		1.6.40	45 槽 6 极双层叠式绕组	1—7	1	
		1.6.41	45 槽 6 极双层叠式绕组	1—8	1	
		1.6.62	54 槽 6 极双层叠式绕组	1—8	3	
		1.6.63	54 槽 6 极双层叠式绕组	1—9	1	
		1.6.64	54 槽 6 极双层叠式绕组	1—9	2	
		1.6.65	54 槽 6 极双层叠式绕组	1—9	3	
		1.6.66	54 槽 6 极双层叠式绕组	1—9	6	转子
		1.6.68	54 槽 6 极双层叠式绕组	1—7	1	
		1.6.69	54 槽 8 极双层叠式绕组	1—7	2	转子
		1.6.81	60 槽 8 极双层叠式绕组	1—7	2	
		1.6.82	60 槽 8 极双层叠式绕组	1—8	2	
		1.6.83	60 槽 8 极双层叠式绕组	1—8	4	
		1.6.86	60 槽 10 极双层叠式绕组	1—6	5	

（续）

类别	型号系列	例图	应用绕组	节距	并联路数	备注
冶金起重用三相电动机	YZR、JZ、JZ2、JZR、JZR2	1.6.91	72 槽 6 极双层叠式绕组	1—11	3	
		1.6.96	72 槽 6 极双层叠式绕组	1—12	6	
		1.6.101	72 槽 8 极双层叠式绕组	1—9	2	
		1.6.103	72 槽 8 极双层叠式绕组	1—9	4	
锥形转子起重电动机	ZD、ZDY	1.2.4	24 槽 4 极单层链式绕组	1—6	1	
		1.4.6	36 槽 4 极单层交叉式绕组		1	
		1.6.22	36 槽 4 极双层叠式绕组	1—8	1	
		1.6.23	36 槽 4 极双层叠式绕组	1—8	2	
辊道用三相电动机	JG2	1.2.7	36 槽 6 极单层链式绕组	1—6	1	
		1.4.7	36 槽 8 极单层交叉式绕组		1	
		1.6.35	36 槽 12 极双层叠式绕组	1—4	1	
		1.6.42	45 槽 8 极双层叠式绕组	1—6	1	
		1.6.43	45 槽 10 极双层叠式绕组	1—5	1	
		1.6.44	45 槽 12 极双层叠式绕组	1—4	1	
		1.6.70	54 槽 10 极双层叠式绕组	1—6	2	
		1.6.71	54 槽 12 极双层叠式绕组	1—5	1	
		1.6.72	54 槽 12 极双层叠式绕组	1—5	2	
		1.6.73	54 槽 16 极双层叠式绕组	1—4	1	
隔爆型三相电动机	BJO2	1.2.7	36 槽 6 极单层链式绕组	1—6	1	
		1.2.12	48 槽 8 极单层链式绕组	1—6	1	
		1.3.3	24 槽 2 极单层同心式绕组		1	
		1.3.4	24 槽 2 极单层同心式绕组		2	
		1.4.5	36 槽 4 极单层交叉式绕组		2	
		1.4.6	36 槽 4 极单层交叉式绕组		1	
		1.6.17	30 槽 2 极双层叠式绕组	1—12	2	
		1.6.25	36 槽 4 极双层叠式绕组	1—9	1	
		1.6.29	36 槽 6 极双层叠式绕组	1—6	1	
		1.6.30	36 槽 6 极双层叠式绕组	1—6	2	
		1.6.58	48 槽 8 极双层叠式绕组	1—6	2	

(续)

类别	型号系列	例图	应用绕组	节距	并联路数	备注
高效率三相电动机	YX	1.2.7	36槽6极单层链式绕组	1—6	1	
		1.3.3	24槽2极单层同心式绕组		1	
		1.3.6	36槽2极单层同心式绕组		1	
		1.4.6	36槽4极单层交叉式绕组		1	
		1.6.21	36槽2极双层叠式绕组	1—14	2	
		1.6.37	42槽2极双层叠式绕组	1—16	2	
		1.6.38	42槽2极双层叠式绕组	1—17	2	
		1.6.48	48槽4极双层叠式绕组	1—11	1	
		1.6.49	48槽4极双层叠式绕组	1—11	2	
		1.6.50	48槽4极双层叠式绕组	1—11	4	
		1.6.53	48槽4极双层叠式绕组	1—12	4	
		1.6.63	54槽6极双层叠式绕组	1—9	1	
		1.6.65	54槽6极双层叠式绕组	1—9	3	
		1.6.80	60槽4极双层叠式绕组	1—14	4	
		1.6.94	72槽6极双层叠式绕组	1—12	2	
		1.6.95	72槽6极双层叠式绕组	1—12	3	
油泵专用三相电动机	JWYB、JCB	1.1.2	24槽2极单层叠式绕组	1—11	1	
		1.3.3	24槽2极单层同心式绕组		1	
		1.4.1	18槽2极单层交叉式绕组		1	
排风扇、通风机用三相电动机	JFO2、OJF4、JF、FAL、JOF31、JA、FTA、FA3	1.2.2	12槽4极单层链式绕组	1—4	1	
		1.2.3	18槽6极单层链式绕组	1—4	1	
		1.2.4	24槽4极单层链式绕组	1—6	1	
		1.6.25	36槽4极双层叠式绕组	1—9	1	
		1.6.26	36槽4极双层叠式绕组	1—9	2	
		1.6.29	36槽6极双层叠式绕组	1—6	1	

(续)

类别	型号系列	例图	应用绕组	节距	并联路数	备注
各类水泵三相电动机	QX、QY、JLB2、JTB2、YLB	1.3.3	24槽2极单层同心式绕组		1	
		1.4.5	36槽4极单层交叉式绕组		2	
		1.5.3	30槽2极单层同心交叉式绕组		1	
		1.6.20	36槽2极双层叠式绕组	1—14	1	
		1.6.21	36槽2极双层叠式绕组	1—14	2	
		1.6.22	36槽4极双层叠式绕组	1—8	1	
		1.6.49	48槽4极双层叠式绕组	1—11	2	
		1.6.50	48槽4极双层叠式绕组	1—11	4	
		1.6.53	48槽4极双层叠式绕组	1—12	4	
		1.6.79	60槽4极双层叠式绕组	1—14	2	
		1.6.80	60槽4极双层叠式绕组	1—14	4	
汽车、拖拉机用交流发电机	JF、JFZ、JFT	1.2.5	24槽8极单层链式绕组	1—4	1	
		1.2.6	30槽10极单层链式绕组	1—4	1	
		1.2.10	36槽12极单层链式绕组	1—4	1	
		1.2.11	42槽14极单层链式绕组	1—4	1	
砂轮机用三相电动机	JOSF、3TC、JOST、S3S、S3SR	1.3.2	18槽2极单层同心式绕组		1	
		1.3.3	24槽2极单层同心式绕组		1	
		1.4.1	18槽2极单层交叉式绕组		1	
		1.5.1	18槽2极单层同心交叉式绕组		1	
三相交流电钻	J3Z	1.5.1	18槽2极单层同心交叉式绕组		1	
		1.6.4	18槽2极双层叠式绕组	1—9	1	
三相测速发电机	YCT、JZT2	1.2.15	48槽16极单层链式绕组	1—4	1	
		1.10.14	48槽16极双层链式绕组	1—4	1	
振动器用三相电动机	ZX、ZXC、Z2D、B11	1.3.3	24槽2极单层同心式绕组		1	
		1.4.2	18槽2极单层交叉式绕组	1 10	1	
		1.7.1	18槽2极单双层混合式绕组		1	

附录C 单相专用及家用电器电动机主要应用图例一览表

（续）

类别	型号系列	例图	应用绕组
单相电容运转电动机	JX、DO、DO2	3.7.1	12槽2极2/2—B正弦绕组
		3.7.2	12槽2极3/3—B正弦绕组
		3.7.3	12槽2极3/3—A正弦绕组
		3.7.4	12槽4极2/1—A/B正弦绕组
		3.7.5	16槽2极3/3—B正弦绕组
		3.7.6	16槽4极2/2—A正弦绕组
		3.7.8	18槽2极4/4—A/B正弦绕组
		3.7.15	24槽2极5/4—A正弦绕组
		3.7.21	24槽2极6/6—B正弦绕组
		3.7.25	24槽4极3/3—A正弦绕组
单相电容起动电动机	JY、CO、CO2	3.7.17	24槽2极5/5—B正弦绕组
		3.7.18	24槽2极6/4—B正弦绕组
		3.7.19	24槽2极6/5—B正弦绕组
		3.7.24	24槽4极3/2—A正弦绕组
		3.7.25	24槽4极3/3—A正弦绕组
		3.7.30	36槽4极4/2—A/B正弦绕组
		3.7.32	36槽4极4/3—B/A正弦绕组
单相阻抗起动电动机	JZ、BO、BO2	3.7.9	18槽2极4/4—B/A正弦绕组
		3.7.17	24槽2极5/5—B正弦绕组
		3.7.19	24槽2极6/5—B正弦绕组
		3.7.21	24槽2极6/6—B正弦绕组
		3.7.24	24槽4极3/2—A正弦绕组
		3.7.25	24槽4极3/3—A正弦绕组
		3.7.32	36槽4极4/3—B/A正弦绕组

类别	型号系列	例图	应用绕组
单速电扇（台扇、落地扇、壁扇）		3.2.2	16槽4极单层链式绕组
		3.5.1	8槽4极双层链式绕组
		3.9.4	12槽4极单相△形双层叠式绕组
单相调速电扇（台扇、落地扇、壁扇等）	FT、FC、FD、FL、FS	3.9.1	8槽4极L—2型4—2—2双速绕组
		3.9.2	8槽4极L—2型4—4/2—2/2双速绕组
		3.9.3	8槽4极L—2型4—4/2—4/2双速绕组
		3.9.10	16槽4极L—1型4—2—2双速绕组
		3.9.11	16槽4极L—2型4—2—2双速绕组
		3.9.12	16槽4极L—2型4—2(2/2)—2/2双速绕组
		3.9.13	16槽4极L—2型4—4/2—4/2三速绕组
		3.9.14	16槽4极T型4/2—4—4/2三速绕组
		3.9.15	16槽4极ϕ型4/2—4—4/2三速绕组
		3.9.16	16槽4极h型4—2/2—2(2/2)三速绕组
吊扇		3.2.4	28槽14极单层链式绕组
		3.2.5	32槽16极单层链式绕组
		3.2.6	36槽18极单层链式绕组
		3.5.2	28槽14极双层链式绕组
		3.5.3	32槽16极双层链式绕组
		3.5.4	36槽18极双层链式绕组
抽油烟机用电动机		3.6.1	12槽2极单双层混合绕组
		3.6.2	12槽4极单双层混合绕组
空调器扇风用单相电动机		3.9.20	24槽6极L—2型双速正弦绕组
		3.9.22	36槽4极T型三速正弦绕组
		3.9.23	36槽4极L—2型双速正弦绕组
		3.9.24	36槽4极L—1/2型三速正弦绕组

（续）

类别	型号系列	例图	应用绕组
电冰箱用单相电动机	QF、FB、QZD、LD、HQ、KL、V、ЛXK	3.7.10	24槽2极4/2—B正弦绕组
		3.7.11	24槽2极4/3—B正弦绕组
		3.7.12	24槽2极4/4—A正弦绕组
		3.7.13	24槽2极4/4—B正弦绕组
		3.7.14	24槽2极5/3—A正弦绕组
		3.7.16	24槽2极5/4—B正弦绕组
		3.7.17	24槽2极5/5—B正弦绕组
		3.7.26	32槽4极3/2—B正弦绕组
		3.7.27	32槽4极3/3—A正弦绕组
		3.7.28	32槽4极3/3—B正弦绕组
		3.7.29	32槽4极4/3—A正弦绕组
洗衣机用单相电容电动机	XD、XDL、XDS、XDC、JXX	3.3.4	24槽4极单层同心式绕组
		3.6.3	24槽4极单双层混合式绕组
		3.6.4	24槽4极单双层混合式绕组
		3.7.22	24槽4极2/2—A正弦绕组
		3.7.23	24槽4极2/2—B正弦绕组
		3.9.25	48槽2/16极L/Y双绕组双速绕组
单相电泵用电动机	BO、BZ、CO、DC、DSB、DD、DBC、YY、QDX、QBD、QXD、ZDB	3.3.1	16槽2极单层同心式绕组
		3.7.10	24槽2极4/2—B正弦绕组
		3.7.13	24槽2极4/4—B正弦绕组
		3.7.16	24槽2极5/4—B正弦绕组

（续）

类别	型号系列	例图	应用绕组
单相电泵用电动机	BO、BZ、CO、DC、DSB、DD、DBC、YY、QDX、QBD、QXD、ZDB	3.7.17	24槽2极5/5—B正弦绕组
		3.7.19	24槽2极6/5—B正弦绕组
		3.7.21	24槽2极6/6—B正弦绕组
单相微型通风、排风扇	FA3、CFP4	3.1.1	12槽2极单层叠式绕组
		3.1.2	12槽2极单层叠式绕组
		3.1.3	16槽2极单层叠式绕组
		3.1.4	24槽4极单层叠式绕组
		3.2.1	8槽2极单层链式绕组
		3.2.2	16槽4极单层链式绕组
		3.2.3	24槽6极单层链式绕组
		3.3.2	18槽2极单层同心式绕组
		3.4.7	16槽4极双层叠式绕组
		3.8.1	12槽2极分布式罩极绕组
		3.8.3	12槽4极分布式罩极绕组
		3.8.5	16槽2极分布式罩极绕组
		3.8.6	24槽2极分布式罩极绕组
		3.8.7	24槽4极分布式罩极绕组
		3.8.8	24槽4极分布式罩极绕组
		3.8.9	24槽4极分布式罩极绕组
		3.9.18	24槽4极等距交叠式绕组

附录D　单相电器串励电动机主要应用图例一览表

类　别	型号系列	例　图	应　用　绕　组
通用型串励电动机	G型及G系列	4.2.6	11×3槽电枢绕组
		4.2.7	11×3槽电枢绕组
		4.2.8	11×3槽电枢绕组
		4.2.20	19×2槽电枢绕组
		4.2.21	19×2槽电枢绕组
		4.2.22	19×2槽电枢绕组
	U型及SU型	4.2.3	10×3槽电枢绕组
		4.2.10	12×2槽电枢绕组
		4.2.11	12×2槽电枢绕组
		4.2.13	12×3槽电枢绕组
		4.2.14	12×3槽电枢绕组
		4.2.17	16×3槽电枢绕组
		4.2.18	16×3槽电枢绕组

(续)

类　别	型号系列	例　图	应　用　绕　组
手电钻、冲击钻	J1Z2－6、J1Z2－13、J1Z2－19、J1Z2－6、J1Z2－10、J1Z2－16、J1Z2－23	4.2.2	9×3槽电枢绕组
		1.2.1	11×3槽电枢绕组
		4.2.9	12×2槽电枢绕组
		4.2.12	12×3槽电枢绕组
		4.2.15	15×2槽电枢绕组
		4.2.16	15×3槽电枢绕组
		4.2.19	19×2槽电枢绕组
吸尘器	WX、VX、BTX、TX、VW、VC	4.2.2	9×3槽电枢绕组
		4.2.3	10×2槽电枢绕组
		4.2.10	12×2槽电枢绕组
		4.2.12	12×3槽电枢绕组